DER INGENIEUR.

Zeitschrift

für das

gesammte Ingenieurwesen.

Zweiter Band.

Herausgegeben

I. Hälfte von C. R. Bornemann und C. R. Brückmann,
II. Hälfte von Dr. C. Hartmann.

(Mit 31 Tafeln Abbildungen und zehn Holzschnitten.)

Freiberg, 1850.
Verlag von J. G. Engelhardt.

Inhaltsverzeichniß zum zweiten Bande.

Inhalt des ersten Heftes.

Inhalt des zweiten Heftes.

Inhalt des dritten Heftes.

Inhalt des vierten Heftes.

Inhalt des fünften Heftes.

Inhalt des sechsten Heftes.

Inhalt des siebenten Heftes.

Inhalt des achten Heftes.

Legende zu den Tafeln.

Vorwort.

Indem wir hiermit einen zweiten Band unsers Ingenieur und zwar in etwas veränderter Form beginnen, sehen wir uns veranlaßt, einige Worte über diese Veränderungen selbst vorauszuschicken.

Sie betreffen theils blos die Ausstattung und das Erscheinen unserer Zeitschrift, theils aber sind sie durch eine nähere Bestimmung der Tendenz des Blattes geboten.

Ob uns nämlich gleich durch keine öffentliche Recension etwaige Wünsche kund geworden sind, so fühlen wir doch selbst, daß der Ingenieur den Anforderungen, welche man an eine Zeitschrift zu machen berechtigt ist, in seiner frühern Form nicht völlig entsprach. Die bedeutenden Pausen zwischen dem Erscheinen der einzelnen Hefte machten es unmöglich, der neuen Erfindungen zu gedenken, da dieselben meist durch andere Zeitschriften früher veröffentlicht wurden. Diese Verzögerungen mußten auch für Diejenigen unangenehm sein, welche unser Blatt mit Einsendung von Orginalartikeln zu beehren die Güte hatten.

Die von nun an erscheinenden kleineren Hefte werden diese Uebelstände beseitigen. Und der Umstand, daß diese Hefte mit einer verhältnißmäßig weit größeren Zahl von Tafeln ausgestattet sind, macht es der Redaction möglich, den Zweig des Maschinenbaues besser zu vertreten, als wie dies, im Verhältniß zu seiner Wichtigkeit, vielleicht im ersten Bande geschehen ist. Dieser Branche des Ingenieurwesens und dem Constructionellen überhaupt wird daher in Zukunft der gebührende Platz eingeräumt werden.

Noch einen Mangel unserer Zeitschrift gestehen wir offen ein; es fehlen Mittheilungen über unser deutsches Ingenieurwesen, über die Versuche, Kunstbauten, schwierigen Erdarbeiten und dergl., welche an unsern deutschen Eisenbahnen gemacht werden, über die großen Ausführungen im Straßen- und Wasserbauwesen, über neuere Maschinenanlagen und dergl. — aber hierin können wir freilich nur auf Unterstützung unserer Leser rechnen und wir ergreifen diese Gelegenheit, dringend um derartige Einsendungen zu bitten.

Ueberblicken wir im Uebrigen das Inhaltsverzeichniß des ersten Bandes, so finden wir, welch ein reicher Stoff unserer Zeitschrift geboten ist und dürfen, da wir fast nur solche Aufsätze aufgenommen haben, welche bis dahin in keiner andern Zeitschrift erschienen waren, und da wir überdies die Genugthuung gehabt haben, sie in andere geachtete Zeitschriften (allerdings mitunter ohne Angabe der Quelle) übergegangen zu sehen, hoffen, daß „der Ingenieur" wirklich eine gefühlte Lücke in der Litteratur auszufüllen begonnen habe.

Noch fühlen wir uns verpflichtet in Betreff unseres Freundes G. E. Röting zu veröffentlichen, daß derselbe in Folge seines veränderten Wirkungskreises und Aufenthaltsortes bereits mit dem Erscheinen des zweiten Heftes des 1ten Bandes aus der Betheiligung bei der Redaction des Ingenieur ausgetreten ist. Seiner weiteren freundlichen Unterstützung bleiben wir aber versichert.

Möchten die obigen einleitenden Worte beweisen, daß die Redaction und Verlagshandlung Nichts unterlassen werden, was zum Besten „des Ingenieur" dienen könnte; möchten die vorgenommenen Veränderungen ihm noch mehr Freunde gewinnen und möchte auch die Bitte um Einsendungen von Orginalartikeln recht glücklichen Erfolg haben.

Freiberg, den 1. April 1848.

Die Redaction des Ingenieur.

Beschreibung

einiger vervollkommneten

Vermessungsinstrumente

von Herrn Prof. **Julius Weisbach** in Freiberg.

(Nebst Fig. 1 — 3 auf Taf. A.)

1. Nivellirstangen.

Beim Nivelliren in Gebirgen gewährt die Anwendung langer Nivellirstangen den großen Vortheil, daß sie längere Distanzen, also für ein und dasselbe zusammengesetzte Nivellement, eine kleinere Anzahl von Stationen zu nehmen gestattet, folglich zur Abkürzung der Arbeit wesentlich beiträgt. Auf der anderen Seite bietet aber der Gebrauch langer Stangen den Nachtheil dar, daß sich diese Stangen schwer senkrecht stellen lassen und deshalb die Fehler, welche aus der schiefen Stellung derselben erwachsen, und wodurch der zu ermittelnde Niveauabstand stets etwas zu groß erhalten wird, noch größer ausfallen, als bei mäßig langen Stangen. Die Nivellirstangen durch Lothe einzurichten, ist ganz unpraktisch und schon bei mäßigem Winde unmöglich, da hierbei nicht nur das Loth nie zur Ruhe kommt, sondern auch Abweichungen sich einstellen, die selbst das bloße Auge wahrnimmt, und zu vermeiden vermag. Diesen Mangel hat aber die Dosenlibelle nicht; der Verfasser dieses Aufsatzes hat hierzu dieselbe mit Vortheil und mit großer Bequemlichkeit verwendet, und den großen Nutzen dieser Libellen zumal bei Anwendung langer Nivellirstangen erprobt.

Die Anwendung von Nivellirstangen mit verschiebbaren Signalen und das Ablesen der Zeichenhöhen durch die Gehilfen, macht nicht nur die Arbeit des Nivellirens umständlich, sondern auch unsicher; es sollte daher dieselbe so viel wie möglich vermieden werden und nur bei großen Distanzen, wie z. B. beim Ueberschreiten von Thälern, wo das unmittelbare Ablesen der Höhen durch die Undeutlichkeit verhindert wird, vorkommen. Der Verfasser arbeitet deshalb in der Regel nur mit einfach eingetheilten Nivellirstangen und liest hierbei durch das Nivellirinstrument selbst ab. Das Fernrohr des Instrumentes, welches er hierzu gebraucht, hat eine dreißigfache Vergrößerung und gestattet, bei guter Beleuchtung, noch ein leidliches Ablesen in einer Entfernung von 400 Schritten oder 300 Meter, und ein sehr scharfes Ablesen bei 250 Schritten oder 200 Meter Entfernung der Nivellirstange von dem Instrumente. Die Nivellirstangen, welcher er sich hierbei bedient, sind in Fig. 1, I., II., III. und IV. abgebildet. AB und BC sind zwei mit eisernen Platten beschuhte Stangen, jede von 2 Lachter = 4 Meter Länge, und eingetheilt bis auf Hundertellachter oder 2 zu 2 Centimeter; an die letztere ist noch eine dritte Stange CD angebolzt, wodurch sie noch um ein Lachter oder zwei Meter verlängert werden kann. Ist eine Verlängerung nicht nöthig, so wird CD eingeschlagen, wie in IV. zu ersehen ist, wenn hingegen eine Höhe von 2 bis 3 Lachter abzunehmen ist, so hat man CD auszuschlagen, wie II. zeigt. In beiden Fällen ist aber die feste Stellung der Zunge CD durch einen zweiten Bolzen E zu bewirken. In der Hinterseite jeder Stange ist ohngefähr 1¹/₄ Meter über dem Fuße eine Eisenschiene FG, III. und IV., eingelassen, und auf diese kommt nun die ebene Rückwand HK des schmiedeisernen Postamentes K für die Libelle L zu liegen. Die feste und veränderliche Verbindung dieses Gestelles mit der Stange erfolgt durch zwei Bolzen und durch eine Schraube M, welche in entsprechende Löcher in der Schiene FG eindringen. In gewöhnlichen Fällen und bei mäßigen Neigungen des Terrains, wird jede der Stangen AB und BC besonders verwendet, hat man aber an stark ansteigenden Gehängen hinauf oder hinab zu nivelliren, so verbindet man beide Stangen fest mit einander, so daß sie gestatten, Höhen von beinahe 5 Lachter oder 10 Meter abzulesen. Die Verbindungsweise ist aus der Figur vollstän-

dig zu ersehen. Im Kopfe der Stange AB sitzt ein Bolzen N fest und im Fuße der Stange BC ist ein Loch, in welches dieser Bolzen beim Zusammenschieben beider Stangen genau paßt. Außerdem sind am obern Ende von AB zwei oben durchlochte starke eiserne Arme O, O angeschraubt und im unteren Ende von BC entsprechende Rinnen, so wie ein Querloch ausgenommen. Die feste Verbindung beider Stangen wird endlich durch zwei Keile Q, Q (III.) bewirkt, die in das Auge eingetrieben werden, welches von den Löchern in OO und BC gebildet wird, und in welches vorher zwei Klammern P, P eingezogen werden. Die so verlängerte Nivellirstange fällt zwar etwas schwer aus, und beaucht zu ihrer Aufrichtung stets zwei Mann, jedoch ist der Gewinn, welchen die Anwendung derselben durch Abkürzung der nivellitischen Arbeit gewährt, viel höher zu schätzen, als die hierbei nöthige Vergrößerung der physischen Kraft, an der ohnedies hierbei eher ein Ueberfluß als ein Mangel vorhanden ist. Ist die Stange einmal aufgerichtet, so kann sie bei ruhigem Wetter recht gut ein Mann allein senkrecht halten, nur hat er hierbei die Luftblase der Libelle nicht aus dem Auge zu lassen.

2. Der Winkelspiegel.

Bei Aufnahme von krummen Linien, namentlich bei Aufnahme von Teicheäumen (vergl. Heft 1, S. 74 u. s. w.), von Bergen, Halden, Wiesen, Gärten u. s. w. gewährt die Anwendung eines Winkelspiegels neben dem Gebrauche des Meßtisches unverkennbare Vortheile, wenigstens wied durch dieselbe das Geschäft des Aufnehmens sehr erleichtert und abgekürzt. Man gibt mit Hilfe dieses Instrumentes Perpendikel zu einer Grundlinie an, über welcher die aufzunehmende krumme Linie hinläuft, und schneidet die in diese Linie abgesteckten Endpunkte dieser Peependickel von einem zur Seite aufgestellten Meßtische aus durch einen auf diesem befindliches Visirlineal ab. Der Verfasser hat mit einem solchen Spiegelinstrumente viel gearbeitet und dasselbe bei der Einrichtung, welche in dee Fig. 2 vor Augen geführt wird, sehr zweckmäßig befunden. Es sind hier BC und DE zwei eingerahmte, zur Hälfte mit Zinnfolie belegte Plangläser, das eine fest mit dem in einer Handhabe H auslaufenden Stiele verbunden, das andere aber um die vertikal zu haltende Are dieses Stieles deehbar. Beim Transport wird der eine Rahmen glatt auf den andern gelegt, so daß sich das Instrument bequem verpacken und, nach Befinden, in der Tasche herumteagen läßt; vor dem Gebrauche hingegen werden, wenn es, wie gewöhnlich, darauf ankommt, Rechtwinkel mit diesem Instrumente anzugeben, die Spiegel so gegen einander gestellt, daß ihre Ebenen einen Winkel von 45 Gead mit einander einschließen, und damit diese Stellung während des Gebrauches unverändert bleibe, wird noch die Preßschraube S am Ende des Stie-

les scharf angezogen. Der von einem Objekte L ausgehende Lichtstrahl LM wird vom Spiegel in BC zurückgeworfen gegen den Spiegel DE, und von diesem wieder in der Richtung NA in das Auge A des Beobachters; befindet sich nun in dieser Richtung ein zweites Objekt O, so steht dieses, einem bekannten Gesetze der Spiegelinstrumente zu Folge, vom Standpunkte des Beobachters aus, von dem ersten Objekte um den Rechtwinkel ab. Soll daher umgekehrt, ein Punkt O abgesteckt werden, welcher vom Standpunkte aus mit L den Rechtwinkel bildet, so kann man einen Gehilfen mit einer Signalstange aussenden und diesen durch Winken so einrichten, daß die Visirlinie nach dieser mit dem vom Signale L ausgehenden und durch die Spiegel doppelt reflecturten Lichtstrahle NA zusammenfällt, daß also die durch den unbelegten Theil des Glases gesehene Signalstange mit den im belegten Theile desselben gesehenen Bilde von L genau in einerlei Vertikallinie zu stehen kommt. Um die Richtigkeit dieses Instrumentes zu prüfen, stellt man sich in der Mitte einer abgesteckten geraden Linie auf, und gibt nun mit dem Instrumente sowohl zu der einen, als auch zur anderen Hälfte dieser Linie ein Perpendikel ab. Fallen nun diese Perpendikel zusammen, so ist das Instrument richtig, es schließen also beide Spiegelebenen einen halben Rechtwinkel ein; außerdem aber hat man eine Linie abzustecken, welche mitten durch die vermeintlichen Perpendikel geht, und nun die Stellung der Spiegel gegen einander so zu ändern, daß eine in dieser Halbirungslinie ausgesteckte Stange mit dem Bilde der Stange in dem einen oder dem anderen Endpunkte der zuerst abgesteckten Linie zusammenfällt.

3. Die Handboussole.

Zur Aufnahme eines Beouillons oder kleiner Details, überhaupt zu allen Aufnahmen durch Ausschreiten, wo eine große Genauigkeit weder verlangt wird, noch erlangt werden kann, eignet sich eine Handboussole mit Diopteru sehr gut, wenn dieselbe so eingerichtet ist, daß sie ein fast gleichzeitiges Anvisiren und Ablesen zuläßt. Bei der Patentboussole von Schmalcalder wird dieses durch ein als Spiegel wirkendes dreiseitiges Glasprisma am Oculardiopter und durch ein mit einer Kreiseintheilung versehenes und auf der Magnetnadel aufsitzendes Kartenblatt ermöglicht. Hat man während des Durchsehens durch die Diopter diese Boussole nach einem Gegenstande gerichtet, so kann man auch sogleich durch einen Blick ins Prisma den Rand der eingetheilten Kartenscheibe gegen eine Marke am Rande des Boussolengehäuses beobachten und dadurch auch den Winkel selbst finden, welchen die Visirebene mit der Magnetrichtung einschließt. Es ist diese Beobachtungsweise sehr einfach; nur wird die Genauigkeit bei derselben durch die papieene Kreiseintheilung sehr beeinträchtigt. Die Hand-

bouffole, welche der Verfasser zu demselben Zwecke gebraucht, gewährt denselben Vortheil wie die Schmalcalder'sche Bouffole, bedarf aber keines beweglichen Kreises, ist deshalb einfacher in ihrer Construction und sicherer in ihren Angaben. Das Princip, nach welchem diese Bouffole construirt ist, ist gerade das Gegentheil von dem, welches der Schmalcalder'schen Bouffole zu Grunde liegt. Bei der letztgenannten Bouffole wird unmittelbar visirt und mittelbar, nämlich im Spiegel, abgelesen, bei unserer Bouffole wird mittelbar, und zwar durch einen ebenen Spiegel visirt, und unmittelbar abgelesen. Die ganze Einrichtung einer solchen Bouffole ist aus Fig. 3 zu ersehen. AB ist das ganz auf die gewöhnliche Weise eingerichtete Bouffolengehäuse; dasselbe sitzt auf einem Diopterlineale CD und dieses ist wieder durch ein Scharnier mit einer Handhabe H verbunden. Das objektive Diopter DE hat ebenfalls die gewöhnliche Einrichtung, das Oculardiopter FG hingegen ist mit einem Spiegel ST versehen und um eine Axe F drehbar. Bei der Beobachtung mittels dieses Instrumentes muß man sich bemühen, das Instrument möglichst horizontal zu halten, und das Auge O so einrichten, daß das Bild vom Faden des Objektivdiopters DE mit dem Faden über dem Spiegel im Oculardiopter zusammenfällt. Ist dies gelungen, so dreht man das Instrument und den Kopf so weit herum, bis man auch das Bild der ausgesteckten Stange mit dem Faden von FG zum Zusammenfallen gebracht hat. Ist auch dies geschehen, so richtet man das Auge nach der Magnetnadel und liest endlich deren Stand an dem eingetheilten Kreise ab.

Um auch Elevationswinkel mit diesem Instrumente abnehmen zu können, ist auf dem Boden des Bouffolengehäuses noch eine zweite Theilung angebracht und an dem Stift C der Magnetnadel ein kleines Loth L angehangen. Es dient also in diesem Falle das Instrument als ein Höhenmesser, und ist in sofern wieder mit dem Patenthöhenmesser von Schmalcalder zu vergleichen. Natürlich ist beim Gebrauche dieses Instrumentes kein hoher Grad von Genauigkeit zu beanspruchen: man wird sich immer mit einer Genauigkeit bis auf halbe Grade begnügen müssen.

Gußeiserner Krahn im Hafen von Brest;

von

Dehargne,

Ingenieur des Straßen- und Brückenbaues.

Mit Zeichnungen auf Tafel I.

Unter den mancherlei Verbesserungen und Erweiterungen, welche neuerdings im Hafen von Brest vorgenommen worden sind, ist auch ein gußeiserner Krahn neuer Construction bemerkenswerth, welcher auf den dortigen Quais errichtet worden ist und sich ebensosehr durch Eleganz der Form, als leichte Handhabung, namentlich im Vergleiche gegen die früher dort angewendeten hölzernen Krahne, auszeichnet. Letztere waren sehr häufigen Reparaturen unterterworfen und erforderten obendrein zum Krahnbaume Hölzer von sehr bedeutenden Dimensionen, welche schwer zu erlangen sind; außerdem aber veranlaßten sie, da sie zu ihrer Bedienung einer großen Zahl von Leuten bedurften, einen enormen Aufwand an Löhnen. Wegen dieser Uebelstände beschloß man, dieselben durch gußeiserne Krahne zu ersetzen, ähnlich demjenigen, welchen wir hier beschreiben wollen.

Dieser gußeiserne Krahn, welcher aus den Werkstätten des Herrn Cavé hervorgegangen ist und 10,000 Franc gekostet hat, hat 5 Meter Ausladung und vermag Lasten von 20 Tonnen (400 Centner Zollgewicht) zu heben.

Der Krahnbaum besteht aus zwei starken Eichenhölzern, von welchen eins das andere unterstützt, Fig. 1 und 2 auf Taf. I., und ist, ebenso wie die Zapfenlager des Räderwerkes, mit einer stehenden Welle, welche in eine Mauerbegründung zum größern Theile versenkt ist, fest verbunden.

Das untere Ende der stehenden Welle ist in eine Stahlscheibe eingezapft, deren leicht abgerundete untere Seite auf einer andern Scheibe aus demselben Metalle ruht. Letztere bildet das Futterstück einer Pfanne, welche durch Keile in der Mitte eines gußeisernen, in das Mauerwerk eingelassenen Lagerkastens eingestellt wird.

Der zweite Unterstützungspunkt der stehenden Welle liegt 3,76 Meter höher in der Oberfläche des Quai. Er wird durch eine 0,3 Meter hohe cylindrische Verstärkung gebildet, deren Durchmesser 0,62 Meter beträgt und welche von sechs Frictionsrollen umgeben ist, die eine Art Halslager bilden.

Die vertikalen Bolzen, um welche sich jene Rollen drehen, werden von zwei ringförmigen, horizontalen Reifen

von Schmiedeeisen gehalten, welche unter sich bei einem Abstande von 0,2 Meter fest verbunden sind und auf sechs Laufröllchen auf der gußeisernen Einfassung des Mauerwerkes aufruhen. Die untere Seite dieser Einfassung ist unten gerippt und das Ganze in die oberen Hausteine sauber eingelassen und an den unteren durch vier Anker mit starken Federn befestigt.

Die Frictionsrollen tragen auf diese Weise den Druck, welche der Wellhals gegen sie ausübt, auf die vertikale Wand der Einfassung und demzufolge auf die Masse des Quai über. Jede von ihnen kann sich leicht drehen und die beiden Reifen, zwischen welchen sie sich bewegen, können wieder sich selbst im Ganzen auf den vertikalen Lauf-röllchen um den Wellhals herum bewegen. Die stehende Welle wird sich daher nach allen Seiten hin mit Leichtigkeit drehen können. Da die Länge derselben vom untern Ende bis zum Untertheil der erwähnten einförmigen Verstärkung 3,76 Meter beträgt, so hat die Maschine bei einer großen Belastung, selbst ohne ausbalancirt zu sein, einen vollkommen sichern Stand.

Diese neue Construction (welche derjenigen mancher Drehscheiben ähnelt) giebt sehr zufrieden stellende Resultate.

Der Schacht, in welchem die Welle steht ist zugänglich. Man bedeckt ihn zugleich mit dem beschriebenen Halslager mit einem conischen Blechhute, welcher an die stehende Welle befestigt ist. Zur Seite der Welle gelangt man in dem erwähnten kleinen Schacht auf eisernen Sprossen bis auf den Boden desselben. Zu diesem Zwecke ist in der Einfassung ein Fahrloch ausgespart, welches nach Willführ mit einem gußeisernen Deckel verschlossen werden kann.

Die beiden Rahmen, in denen alle Zapfenlager für das Rädervorgelege angebracht sind, sind auf beiden Seiten der stehenden Welle sehr solid befestigt. Am Ende des obern Armes, welcher 0,4 Meter breit und hoch ist, befindet sich eine feste Seilrolle, welche sich zwischen den beiden vertikalen Seitenflächen eines Gehäuses bewegt, das mittels ansitzender Lappen mit dem Holze fest verschraubt ist.

Dieser Theil des Krahnes ist außerordentlich schwerfällig, ebenso die feste und lose Seilrolle und wir sind der Ansicht, daß man beide mit Vortheil modificiren könnte.

Das Rollengehäuse allein wiegt	199,0	Kilogr.
die feste Seilrolle incl. Achse	92,0	"
die lose Seilrolle mit Zubehör	162,5	"
also hängt am Ende des Krahnbaumes schon eine todte Last von	435,5	Kilogr.

eine Last, die in der That zu groß ist.

Auf der Oberseite des Krahnbaumes sind zwei Platten mit umgekrempten Rändern angebracht zur Leitung und

Führung des Seiles. Rollen wären wegen der geringern Reibung und Abnutzung vorzüglicher gewesen.

Die beiden Hölzer, welche in ihrer Vereinigung den eigentlichen Krahnbaum bilden, sitzen mit ihren unteren Enden in zwei gußeisernen Gehäusen, von denen jedes durch eine in das Holz eingelassene verticale Scheidewand in zwei Hälften getheilt wird. Zur festen Vereinigung beider Wangenstücke des Fußes des unteren Holzes dienen vier Schraubenbolzen; an dem des oberen sind zwei schmiedeeiserne Schienen bündig eingelassen, welche durch die Rückwand des gußeisernen Gehäuses hindurchreichen und auf diese Weise durch ihren vorspringenden Kopf zurück gehalten werden; am andern Ende sind durch beide Schienen drei Schrauben gezogen.

Die stehende Welle ist in ihrem unteren Theile vorn gefiedert und die einzelnen Federn durch starke Querrippen unter sich verstärkt; auf, der dem Hauptarme entgegengesetzten Seite aber, welche am meisten der Belastung zu wiederstehen hat, ist die Welle massiv.

Der darüber liegende Wellhals ist massiv; der nächst obere Theil der Welle nimmt aber wieder die vorn durchbrochene Gestalt an, wird aber ebenfalls durch zwei am geeigneten Orte angebrachte Querrippen verstärkt. Die Hinterseite ist ganz massiv und wird um so breiter, je näher dem Wellhalse.

Diese Disposition steht im vollsten Einklange mit der erforderlichen Widerstandsfähigkeit und der Lage des Bruchpunctes bei der Belastung.

Die so durchbrochene stehende Welle wiegt excl. aller damit verbundenen Theile	4820	Kilogr.
Die gußeiserne Einfassung des Halslagers	838	"
Die beiden schmiedeeisernen Reifen mit sechs Frictions- und sechs Laufrollen	357	"
Die Zapfenlager	37	"
Die beiden großen gußeisernen Lager mit ihren metallenen Büchsen	911	"
	6963	Kilogr.
Das Gewicht des ganzen Krahnes, einschließlich aller Theile, beläuft sich auf	9054	"

Die Zeichnung allein wird übrigens hinreichen, um alle hier zu übergehenden minder wichtigen Details zu verdeutlichen. Wir wollen hier nur noch Folgendes hinzufügen: Da die ganze Last auf dem Fußlager ruht und demzufolge auf die Mauerbegründung abgeladen wird, so ist es von Wichtigkeit, daß 1) die Begründung auf einem vollkommen unnachgiebigen Boden etablirt und 2) mit gutem hydraulischen Cement gedichtet wird, um alle Infiltrationen und Veranlassungen zur Nässe zu vermeiden.

Uebertragung der Bewegung. — Der Rundbaum von 0,37 Meter Durchmesser, auf welchen sich das Seil aufwickelt, sitzt auf der Welle eines großen cylindrischen Zahnrades H von 0,1 Meter Breite, 1,4 Meter Durchmesser und 108 Zähnen; damit steht ein Treibrädchen D im Eingriffe, das, wie das Rad H, außerhalb der Lagerrahmen liegt und auf eine Achse aufgeschoben ist, welche nahe an der stehenden Welle ein anderes Rad M von 0,92 Meter Durchmesser und 100 Zähnen trägt. Das Rädchen D hat 0,13 Meter Theilrißhalbmesser und 20 Kämme.

Die Futter der Zapfenlager sind aus Messing. — In derselben Horizontalebene und vor der Welle, welche das Rad M trägt, liegt eine zweite Welle, auf welche an dem einen Ende ein in das ebenbezeichnete Rad eingreifendes Treibrädchen E, Fig. 2, von 0,1 Meter Theilrißdurchmesser und 10 Zähnen, und am anderen Ende ein 100zähniges Rad N von 0,46 Meter Theilrißhalbmesser aufgeschoben ist. Mit dem letztgenannten Rade ist eine Bremsscheibe verbunden, um welche sich ein eisernes Bremsband legt, das mit dem zugehörigen Hebelarme in der in Fig. 3 und 4 angedeuteten Weise verbunden ist.

Die Achse endlich, an deren Enden die beiden Kurbeln von 0,48 Meter Radius aufgesteckt sind, trägt zwei Treibrädchen a und b von 0,1 Meter Theilrißdurchmesser und 10 Zähnen; sie läßt sich ihrer Länge nach verschieben, so daß entweder das Rädchen b mit dem Rade N oder das a mit dem M in Eingriff kommt. Da beides nicht zu gleicher Zeit stattfinden kann, so kann man mit Hülfe ihrer nach Willkühr entweder die Kraft vermehren, — indem man b in das Bremsrad N eingreifen läßt, so daß die Kraft eine dreifache Umsetzung erfährt, — oder die Geschwindigkeit des zu hebenden Gewichtes beschleunigen, indem nur zwei Räderpaare im Eingriffe stehen, das dritte aber ganz unbenutzt bleibt. In einer dritten Stellung der Kurbelachse endlich steht weder das eine, noch das andere Räderpaar im Eingriffe.

Eine Ausrückegabel P, welche die Kurbelwelle zur Hälfte umfaßt, dient dazu, dieselbe in derjenigen Stellung festzuhalten, welche man ihr in Betracht des Rädereingriffes eben geben will. Diese Gabel P bildet einen Winkelhebel, welcher seinen Stütz- und Drehungspunct auf einer Zugschiene X Y findet, welche in die beiden seitlichen Träger eingezapft ist. Mit Hülfe dieses Hebels löst man die Ausrückegabel aus, um sie dann wieder in einen der drei auf der Kurbelwelle angebrachten Sitze einzuschlagen.

Berechnung der Leistung der Maschine.

1. — Verhältniß der Kraft zu den Widerständen.

Es stehe das Rad b auf der Kurbelwelle mit dem großen Rade N, dem Bremsrade, in Eingriff.

Es bezeichne P die von den Zähnen des Treibrädchens b auf die des Rades übertragene Kraft;
P' den Druck zwischen den Zähnen des Räderpaares E, M.
P'' die auf das große Rad H übertragene Kraft
und P''' den am Umfange des Rundbaumes zu überwindenden Widerstand.

Es seien ferner r r' r'' r''' die Radien der Kurbel und resp. der Räder N, M und H, und s s' s'' s''' die der Getriebe und des Rundbaumes.

Für den Gleichgewichtszustand hat man, abgesehen von den Reibungen, wenn F die an der Kurbel wirkende Kraft und P''' die Nutzlast bezeichnet:

$$F.\ r\ r'\ r''\ r''' = P.'''\ s\ s'\ s''\ s'''.$$

Nun ist r = 0,48 Meter, Radius des Kurbelkreises,
r' = 0,46 " " " Rades N.
r'' = 0,46 " " " " H.
r''' = 0,70 " " " " H.
s = 0,05 " " der Getriebe a, b auf der Kurbelwelle.
s' = 0,05 " " des Getriebes E.
s'' = 0,13 " " " " D.
s''' = 0,20 " " des Rundbaumes, vermehrt um die halbe Seilstärke.

Führt man diese Zahlwerthe ein, so findet man

$$F.\ 0{,}0710976 = P.'''\ 0{,}0000650,$$ woraus

$$P''' = 1093{,}81.\ F,$$

d. h., die zu hebende Last kann, abgesehen von den Reibungswiderständen das 1093,81 fache der an der Kurbel wirkenden Kraft betragen.

Für den Fall, daß man das Bremsrad nicht mit dem Getriebe b in Eingriff setzte, würde das Verhältniß von Kraft und Last viel kleiner ausfallen.

Denn man hätte

$$F.\ r\ r''\ r''' = p'''.\ s\ s''\ s''', \ldots. \ (A)$$

oder: $F.\ 0{,}15456 = 0{,}00130.\ p'''$,

woraus sich $p''' = 118{,}89.\ F$ ergiebt.

Eine Kraft von einem Kilogramm, an der Kurbelwelle wirkend, vermöchte also nur eine Last von 118,89 Kilogr. zu heben.

2. Geschwindigkeit des Aufsteigens der zu hebenden Lasten. — Es sei N die Zahl der Umgänge der Kurbel p. Minute, N' die des Rundbaumes. Bekanntlich verhalten sich beide Zahlen zu einander wie die Producte aus den Zahlen der Zähne der getriebenen Räder zum Producte aus den Zahlen der Zähne der treibenden Räder. Steht daher das Bremsrad in Eingriff, so ist:

$$N : N' = (108.\ 100.\ 100) : (20.\ 10.\ 10),$$

daher $N = 540 . N'$,

d. h. bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle dreht sich der Rundbaum blos um den 540sten Theil seines Umfanges.

Letzterer beträgt (in der Axe des Seiles) 1,2566 Meter. Bei jeder Umdrehung der Kurbel steigt daher die Last nur um $\frac{1,2566}{540} = 0,00232$ Meter.

Setzt man das Rad a mit dem M in Eingriff, so wird

$$N = 54\ N'$$

d. h. die Last steigt zehn Mal schneller, als im ersten Falle und zwar pro Kurbelumdrehung um 0,0232 Meter.

Hieraus geht hervor, daß man mit Benutzung des Bremsrades ein ungefähr um das Neunfache größeres Gewicht zu heben vermag, als wenn a und M miteinander im Eingriffe stehen.

3. Berechnung der ausgeübten Arbeit. — Man kann die zu hebende Last in zwei verschiedenen Weisen mit dem Seile verbinden, entweder mittels eines Hakens am Ende des Seiles, oder mittels einer losen Rolle, wie auf der Zeichnung. Im ersten Falle ist die Spannung des Seiles gleich dem zu hebenden Gewichte, im

zweiten ist sie nur halb so groß; im letzteren Falle jedoch ist die Zeit zum Aufsteigen doppelt so groß, als im ersteren.

Die Erfahrung lehrt, daß ein Mann an der Kurbel durchschnittlich 32 Umdrehungen pro Minute oder 0,533 Theile einer Umdrehung pro Secunde mache; seine mechanische Leistung beträgt ferner durchschnittlich 8 Kilogr., 0,75 Meter hoch gehoben (6 Kilogrammmeter) pro Secunde.

Nach diesen Beobachtungen und den obigen Rechnungen würde ein Mensch ohne Bremsrad und Laufrolle 8 . 118,89 = 951,12 Kilogr. oder, nach Abzug von ca. 20 Procent für Reibungswiderstände, 750 Kilogr. heben und dieses Gewicht würdepro Secunde um den 0,533sten Theil von 0,0232 Meter, d. h. um 0,0123 Meter steigen; mit Benutzung des Bremsrades und ohne Laufrolle würde er 8 . 1093,81 = 8750,48 oder, nach Abzug von ca. 20 Procent für Reibungswiderstände, 7000 Kilogr. und zwar pro Secunde um 0,00123 Meter heben, also zehn Mal langsamer als oben.

Folgende Tabelle zeigt, in welcher Weise man die Kraft anzulegen und welche Nutzeffecte man zu erwarten hat:

Wirkungsweise der Kraft.		Zahl der angelegten Leute.	Gehobene Lasten.		Verticaler Weg pro Secunde.	Bemerkungen.
			Kilogr.	Kilogr.	Meter.	
Ohne Bremsrad	Ohne Laufrolle	1	1 bis	750	0,0123	Mehr als zwei Leute kann man an einer Kurbel im vorliegenden Falle nicht anlegen.
		2	750 „	1500	desgl.	
		3	1500 „	2250	desgl.	
		4	2250 „	3000	desgl.	
	Mit Laufrolle	3	3000 „	4500	0,0061	
		4	4500 „	6000	desgl.	
Mit Bremsrad	Ohne Laufrolle.	1	6000 „	7000	0,00123	
		2	7000 „	14000	desgl.	
		3	14000 „	20000	desgl.	

Da die gewöhnlichen Lasten kaum größer sind als 3000 Kilogramm, so wird die Zeit, in welcher die Last um ein Meter steigt, für gewöhnlich 1 Minute 21 Secunden betragen.

5. Versuche und Vergleichung mit der Leistung der hölzernen Krahnen. — Um ein Urtheil über die Leistungsfähigkeit des neuen Krahnes abgeben und dieselbe mit derjenigen der hölzernen vergleichen zu können, wurden mehrere Versuche angestellt, welche zu folgenden Resultaten führten:

Wirkungsweise der Kraft.		Nummer des Versuches	Zahl der angelegten Leute	Gehobene Lasten	Weg der aufsteigenden Last	Zeit zur Zurücklegung dieses Weges		Zahl der Kurbelumdrehungen	Hubhöhe pro Secunde	Dauer des Niederganges		Zeit zum Auf- und Niedergange		Bemerkungen
				Kilogr.	Meter.	Min.	Sec.		Meter.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	
Mit dem neuen Krahne.														
Ohne Bremsrad	Ohne Laufrolle	1	1	600	2	2	48	166	0,0119		30	3	18	
		2	1	750	1	2	10	83	—		—		—	(a)
		3	2	1500	2	2	42	166	0,0123		30	3	12	(b)
		4	4	3000	2	2	50	166	0,0117		30	3	20	
	Mit Laufrolle	5	2	3000	2	5	4	166	0,0657	1	1	6	5	
		6	2	3000	1	2	30	83	0,0066	—			—	(c)
Mit Bremsrad	Ohne Laufrolle	7	1	7000	0,2	—		—	—	—			—	(d)
	Mit Laufrolle	8	2	3000	1	24	00	840	0,00069	—			—	
Mit den alten Krahnen.														
	Ohne Laufrolle	9	10	1500	2	1	13	—	—		50	2	3	
	Mit Laufrolle	10	10	3000	2	2	41	—	—	1	14	3	55	

(a) Das Gewicht von 750 Kilogr. konnte nicht höher gehoben werden.
(b) Durchschnittlicher Zeitaufwand: 3'. 16''.
(c) Die Dauer des Hebens war bei dem Versuche No. 8. ungefähr zehn Mal so groß, als bei dem Gegenversuche No. 6.
(d) Die Last wurde durch einen einzigen Mann gehoben; aber das Seil war zu schwach und riß.

Die Lasten von 1500 Kilogr. wurden von zwei Männern und Lasten von 3000 Kilogr. von vier mit Leichtigketi ohne Anwendung der Laufrolle 2 Meter hoch gehoben; Lasten von 2000 resp. 3800 Kilogr. wurden sogar bis auf eine Höhe von 6 Metern gebracht, wenn man die Leute ein wenig ruhen ließ.

Die jetzt in Anwendung stehenden hölzernen Krahne erfordern daher einen fünf Mal größern Aufwand an Handarbeit und Tagelohn, als der neue Krahn; vergleicht man aber die Arbeitszeiten von 3' 16'' und 2' 3'', so sieht man daß ein Verlust an Zeit bei letzterem stattfindet. Es muß daher diese Geschwindigkeit der der jetzigen Krahne gleich gemacht werden. Zu diesem Zwecke würde es hinreichen den Halbmesser des Rundbaumes zu vergrößern.

Der neue Werth hierfür würde sich bestimmen nach der Proportion:

$$3'.\ 16'' : 2'\ 3'' = x : \overset{m}{0,185},$$

da 0,185 Meter der jetzige Halbmesser des Rundbaumes ist.

Hieraus

$$x = \overset{m}{0,295}.$$

Machte man daher den Rundbaum 0,59 Meter statt 0,37 Meter stark, so würde die Geschwindigkeit der Last dieselbe werden, wie bei den alten Krahnen.

Die Größe der zu hebenden Last dagegen, würde kleiner werden.

Die Gleichung (A) $F.\ r\ r''\ r''' = p'''.\ s\ s''\ s'''$, würde, da $s''' = 0,31$ Meter (Halbmesser des Rundbaumes vermehrt um die halbe Seilstärke), übergehen in

$$F.\ 0,15456 = p'''.\ 0,002015;$$
$$\text{hieraus } p''' = 76,70\ F.$$

Ein Mensch könnte also ohne Laufrolle und Bremsrad $8 . 76,70 = 613,60$ oder, nach Abzug von $^1/_5$ wegen der Reibungszustände 500 Kilogr. heben.

Die Tabelle über die Leistung würde sich nun folgendermaßen gestalten.

Wirkungsweise der Kraft.		Zahl der angelegten Leute.	Gehobene Lasten.			Zeit zur Zurücklegung v. 1 Mtr. Weg.		Bemerkungen.
			Kilogr.		Kilogr.	Min.	Sec.	*) Läßt man die vier Leute etwas ausruhen, so könnte man die Lasten ohne Anwendung der Laufrolle bis zu 2500 Kilogramm und bis 5000 Kilogramm im andern Falle, bei einer Hubhöhe von 6 Metern steigern.
Ohne Bremsrad	Ohne Laufrolle.	1	1	bis	500	0	55	
		2	500	„	1000	desgl.		
		3	1000	„	1500	desgl.		
		4	1500	„	2000	desgl.		
	Mit Laufrolle	3	2000	„	3000	1	50	
		4*	3000	„	4000	desgl.		

Bei Lasten über 4000 und 5000 Kilogramm, eine Grenze, welche man sehr selten überschreitet, würde man das Bremsrad in Eingriff bringen und 2, 3 oder 4 Menschen anlegen.

Auf diese Weise würde die Arbeit mit großem Vortheil in Hinsicht auf Tagelohn verrichtet werden und der Zeitaufwand beim Heben der Lasten wäre so mäßig, als man nur zu verlangen berechtigt ist. —

5. Vorschläge zu Verbesserungen in der Construction des beschriebenen Krahnes. — Wie oben bewiesen wurde, ist es unter den obwaltenden Umständen vorzüglicher, statt des 0,37 Meter starken Rundbaumes einen solchen von 0,59 Meter Durchmesser anzuwenden. Auch ist bereits in Folge der citirten Versuche diese Aenderung bei den übrigen im Hafen von Brest zu erbauenden Krahnen vorgenommen werden.

Ferner würde es sowohl für die zu hebenden Lasten, als auch in Betreff der Tagelöhne Vortheil gewähren, statt der 162,5 Kilogramm schweren gußeisernen Laufrolle eine ganz einfache hölzerne in Anwendung zu bringen. Uebrigens bedarf man ihrer nur selten und wir sind der Ansicht, daß man sie überhaupt weglassen könnte (wie dies in der That auch bereits im Brest'er Hafen geschieht).

In Hinsicht auf die beiden Platten mit umgekrempten Rande auf der obern Seite des Krahnbaumes berufen wir uns auf das oben Gesagte; auch sie konnten ohne Nachtheil ganz weggelassen werden.

Die obere und untere Wand des gußeisernen Gehäuses endlich, welches den Fuß der Strebe des Krahnbaumes aufnimmt, machen einen zu kleinen Winkel mit der Verticallinie. Daraus folgt, daß diese Strebe bei ihrem Austritte aus dem Gehäuse ein Knie bildet, um mit ihrem obern Ende nahe genug an der festen Seilrolle in den Krahnbaum einzugreifen. Dieser Winkel sollte 36 statt 29 Grad betragen, damit das Winkelband eine gerade Linie bildet, was offenbar eine unerläßliche Bedingung ist.

Ann. des ponts et chaussées, 1847, cahier 1.

Ueber einige
in den Gütermagazinen englischer Eisenbahnen angewandte

Krahne und andere Aufzugsmaschinen.*)

Hierzu Tafel I. Fig. 5 bis 20, und Tafel II. Fig. 1 bis 15.

Der materielle Theil des Dienstes in den Güterbüreaus der englischen Eisenbahnen zerfällt, wie überall, in das Aufladen der Güter bei abgehenden und das Abladen derselben bei ankommenden Zügen, wozu noch das Abladen der in Magazine niederzulegenden Güter und viertens die Ablieferung der Güter auf die Karren der betreffenden Eigenthümer kommt.

Diese Operationen müssen sowohl bei abgehenden, als ankommenden Zügen mit wenig Kosten und so schnell als möglich in Ausführung gebracht werden können. Ist der Güterverkehr nur von einigem Belang, so wird es nur durch mechanische Hülfsmittel möglich sein, diese Bedingungen zu erfüllen; das Auf- und Abladen von Hand und mit Hülfe geneigter Ebenen könnte nur ausnahmsweise oder provisorisch stattfinden.

In Betracht der eben angeführten Operationen bietet nun England vortreffliche und nachahmungswerthe Beispiele und es ist der Zweck des Folgenden, in kurzen Worten Einiges darüber anzugeben.

Ein Gütermagazin empfängt und expedirt Güter; es ist daher zweckmäßig, zwei Hauptabtheilungen einzurichten, die eine für ankommende, und die andere für abgehende Güter. Die eine Seite des Magazines ist hiernach dem ersten, die entgegengesetzte dem anderen Zwecke zu widmen. In der ersten Abtheilung wird man die Colis von dem Karren abzuladen haben, um sie in die Waggons zu verpacken; in der zweiten wird man die Colis gegentheils von den Waggons abladen, um sie dann den Karren zu übergeben, welche sie an die betreffenden Eigenthümer abliefern sollen. In mechanischer Hinsicht sind natürlich diese beiden entgegengesetzten Operationen identisch, und demzufolge sind beide Seiten des Magazines in gleicher Weise einzurichten und mit gleichen mechanischen Hülfsmitteln auszurüsten. Man wird zu diesem Zwecke auf einem Quai von geringer Breite von Distanz zu Distanz Krahne erbauen, so daß der Radius des Wirkungskreises des Krahnes zu gleicher Zeit sowohl dem Karren, welcher die Coli zubringt oder fortfahren soll, als auch dem Waggon entspricht, welcher mit denselben abgehen soll oder damit ankommt.

*) Vorstehendes ist aus dem Werke: A. Chevalier, Mémoire sur l'exploitation des chemins de fer anglais, Paris 1847 entnommen.

Später werden wir Mehreres aus derselben Quelle folgen lassen. D. R.

Krahn in den Gütermagazinen der **London-and-North-Western-, Great-Western-** und mehreren anderen Bahnen.

Tafel I. Fig. 5 bis 18, giebt das vollständige Bild derjenigen Krahneonstruction, welche man allgemein in England bei den in der jüngsten Zeit erbauten und im Bau begriffenen Gütermagazinen einführt; es ist ein einfacher Krahn, welcher Ballen, Colis, Kisten, Säcke ꝛc. aller Art zu heben im Stande ist.

Fig. 5 zeigt den Aufriß des Krahnes von der einen, Fig. 6 den von der andern Seite. Man sieht, daß, Fig. 5, die Lasten mit Hülfe eines gußeisernen Haspels K gehoben werden, welcher durch einen zweiten Haspel IL am Fuße der stehenden Welle, den Fig. 7 in der hintern Ansicht, Fig. 8 in der zweiten Seitenansicht und Fig. 9 im Grundrisse zeigt, mittels des Seiles S in Bewegung gesetzt wird. Die eiserne Kette, an welcher die zu hebenden Lasten hängen, wickelt sich um den Rundbaum des gußeisernen Haspels TR, welchen Fig. 12 im Grundrisse darstellt. Die zu demselben gehörige Seilscheibe abcd, welche Fig. 11 von der Seite nach Wegnahme der vorderen Scheibe ab zeigt, hat eine so tiefe Spur oder Seilkammer, daß sie soviel Seil aufzunehmen im Stande ist, als sich beim Aufgange der Last auf den Rundbaum IL aufwickelt. Der Boden der erwähnten Seilkammer bildet keineswegs eine continuirliche Fläche, sondern besteht nur aus sechs, durch die äußeren Enden der Arme gebildeten Auflagerungspunkte, so daß das Seil der Welle IL sich in Gestalt eines regulären Sechseckes aufwickelt.

Auf den Rundbaum IL ist eine Bremsscheibe ff', Fig. 9, aufgesetzt, um welche ein an irgend einem festen Puncte, z. B. bei F, Fig. 5 und 10, befestigtes Seil ein oder zwei Mal umgeschlagen wird. Will man nun die aufgezogene Last am Niedergehen verhindern, so zieht man das andere Ende des Bremsseiles an oder befestigt es ebenfalls am Haken F; auf diese Weise kann man nach Willkühr das Niedergehen eines auf einen Packwagen oder Karren abzuladenden Coli nach Willkühr mäßigen.

Ferner bleibt noch zu bemerken, daß Fig. 13 der Grundriß des obern Theiles des Krahnes, Fig. 14 die vordere Ansicht und Fig. 15 der Grundriß des Zapfenlagers des oberen, Fig. 16 der Grundriß des Zapfenlagers des untern Zapfens ist. Fig. 17 endlich ist die vordere Ansicht der Kettenleitrolle M im Durchschnitte nach AB Fig. 15 und Fig. 18 der zugehörige Grundriß.

Der eben beschriebene kleine Krahn kostet in England 30 bis 32 Pfd. Sterling oder 205 bis 219 Thlr.

Für größere Lasten von 8 bis 10 Tonnen z. B. Dampfkessel, hat man andere Hülfsmittel.

Jeder wichtigere Bahnhof hat nämlich außer den beschriebenen kleinen Krahnen einen oder zwei starke Krahne, welche außergewöhnlich große Lasten von 10 bis 15 Tonnen zu heben vermögen.

Ist man im Stande, die Güter mit großer Schnelligkeit und geringen Kosten abzuladen, so genießt man den Vortheil, den Negocianten alle nur wünschenswerthen Erleichterungen zu gewähren und hat auf diese Weise stets den größten Theil der Güterwagen zur freien Disposition, so daß man zum Bahnbetriebe 30,50 und selbst 100 Procent weniger Betriebsmaterial nöthig hat, als wenn das Abladen auf so langsamen und kostspieligen Wege wie überall da bewerkstelligt wird, wo man keine mechanischen Hülfsmittel in Anwendung bringt.

Der Hauptgüterhof zu **Liverpool** zeichnet sich, obgleich er unter ungünstigen Verhältnissen liegt (er ist z. B. am Fuße eines Tunnels mit schiefer Ebene gelegen), durch die Gesammtheit einer gut durchdachten ökonomischen Einrichtung aus, wie sie von Herrn **Braithwaite Poole**, einem der einflußreichsten Chefs des Gütertransports auf der ungeheuern **London-and-North-Western**-Bahnlinie angegeben worden ist, welche jährlich, ausschließlich des Kohlentransportes, gegen eine Million Tonnen Güter passiren. Die Art und Weise, in welcher Herr **Poole** zugleich das Abladen der Waggons, die Magazinirung und Classification der Güter bewerkstelligt, ist aus folgender

Beschreibung des Dampfkrahnes im Bahnhofe zu Liverpool

zu ersehen. Taf. II. zeigt die Einrichtung desselben und es ist:

Fig. 1. Seitenansicht im Durchschnitte nach der Linie AB in Fig. 3.
Fig. 2. Profil nach CD in Fig. 3.
Fig. 3. Grundriß der ganzen Maschinerie.
Fig. 4. Aufriß der ganzen Maschinerie.
Fig. 5. Aufriß des Dampfkrahnes.
Fig. 9 bis 11 sind Details.

Die zu lösende Aufgabe besteht in Folgendem: Ein z. B. mit Baumwollenballen beladener Waggon ist abzuladen und die Ballen in irgend welche Etage der Magazine zu heben und mit möglichst wenig Händen und so schnell als möglich zu classificiren und einzustauen.

Man sieht, Fig. 5, daß der aufzuziehende Ballen an dem Seile eines Krahnes neuer Construction hängt, der von der Art des Motors den Namen Dampfkrahn (steam-crane) erhalten hat. Um die Art und Weise der Bewegungsübertragung von der Kraftmaschine auf die ausübenden Maschinentheile möglichst klar zu machen, wurde in der Zeichnung auf Taf. II. der Einfachheit wegen angenommen, daß die zur unmittelbaren Ausübung der Arbeit dienende Maschine (hoist, Aufzug, Fig. 1 bis 4) nur eine Etage höher als der Krahn liege.

Von der als Motor dienenden Dampfmaschine wird die Bewegung zunächst auf die Riemenscheibe tt', Fig. 1 und von dieser durch einen endlosen Riemen auf die Riemenscheibe tt übertragen. Dieselbe Welle γδ, welche letz-

tere trägt und in den Zapfenlagern γ und δ ruht, trägt auch eine als lösbare Kupplung dienende Frictionsscheibe I'K', welche Fig. 6 in der Seitenansicht und dem Verticaldurchschnitte nach cd darstellt. Die allgemeine Disposition derselben gegen die große zugehörige Frictionsscheibe IK ist aus Fig. 1 und 3 zu ersehen.

Die messingnen Futter des Zapfenlagers γ gestatten der Welle $\gamma\delta$ so viel Spielraum, daß, wenn man an dem Seile ω zieht, der Ausrückhebel, Fig. 1, das Zapfenlager δ hebt und zugleich die Frictionsscheibe I'K' mit der zugehörigen größeren Trommel IK in Berührung setzt, welche Fig. 7 in der Seitenansicht von CD (Fig. 3) gesehen und im Verticalquerdurchschnitt darstellt. Fig. 8 und 9 geben die Details des Zapfenlagers δ und des zugehörigen Ständers EFGH. Daraus ist zu ersehen, daß das Zapfenlager δ, Fig. 8, auf seiner unteren Seite einen Ausschnitt hat, in welchen ein entsprechend gestalteter Aufsatz am Ausrückehebel eingreift (S. Fig. 1).

Fig. 9 zeigt die verschiedenen Vorrichtungen, mittels deren ein Heben oder Senken jenes Lagers auf dem Ständer EFGH ermöglicht wird.

Zieht man an dem Seile ω, so wird die Scheibe I'K' mit der IK im Contact erhalten und auf letztere die Bewegung fortgepflanzt, so daß mittelbar durch die Stirnräder NO, N'O', Fig. 2, der Rundbaum LM in Bewegung gesetzt wird, auf welchen sich das die Last tragende Seil aufwickelt. Letzteres wird mit Hülfe der Rolle P nach der Axe der Krahnwelle gebracht und dann durch die Rollen P', P'' über den abzuladenden Waggon geleitet. Der Arbeiter, welcher mit der Bedienung des Krahnes beauftragt ist, muß beständig die Seile ω und ω' zu seiner Disposition haben. Zieht er an dem Seile ω, so steigt das Coli in der oben beschriebenen Weise.

Ist ein solches in der verlangten Höhe angekommen, so läßt der Arbeiter das Seil ω schlaff; der Ausrückehebel fällt in Folge des Gegengewichtes a in die in Fig. 1 angegebene Stellung zurück, die Scheibe I'K' kommt außer Berührung mit der Trommel IK und das Coli hört augenblicklich auf zu steigen, und es würde sogar unverzüglich zurückgehen, wenn der Arbeiter, indem er das Seil ω schlaff läßt, nicht zugleich das Seil ω' anzöge, um den Fig. 1 angegebenen Brems auf die Trommel IK wirken zu lassen. Der Arbeiter befestigt sogar dieses Seil an die eiserne Spille YZ; stemmt er sich nun gegen das Ende Z der letzteren, so dreht er den Krahn und ladet den Baumwollenballen in dem Magazine da ab, wo hin er ihn zu placiren wünscht. Hierauf bindet er das Bremsseil wieder ab und der Brems fällt nun in Folge der Einwirkung des Gegengewichtes b, Fig. 1, in seine frühere Lage zurück.

Das bleierne Gewicht W und die in einen Haken endigende Kette am unteren Ende des Seiles des Krahnes reichen hin, um das Seil wieder nieder zu ziehen, während der das Abladen besorgende Arbeiter an der Spille YZ den Krahn in die verlangte Stellung zurück dreht, um mit dem Abladen fortzufahren. Alles dieses geht schnell und doch reichen zwei Menschen vollständig hin, um das Abladen und definitive Magaziniren der schwersten Ballen und Paquete zu besorgen.

Erst neuerdings hat man im Bahnhofe zu Liverpool die oben beschriebenen Dampfkrahne in Anwendung gebracht und bis jetzt functioniren erst zwei Krahniche dieser Construction beim Abladen der Waggons; die Fig. 3 und 4 im Grund- und Aufrisse dargestellten Aufzüge oder hoists jedoch stehen bereits in ausgedehnter Anwendung. Das unter den Namen „Quartier Wapping" bekannte Güterbüreau zu Liverpool erhält in diesem Augenblicke 50 den erst beschriebenen ähnliche Apparate, die durch eine Dampfmaschine von nur 30 Pferdekräften bewegt werden sollen.

Die Hoists oder Aufzüge ohne Krahn lassen sich ebenfalls sehr gut zum Abladen der Waggons benutzen und die Bedienung ist ganz dieselbe, wie bei dem Krahne, mit dem Unterschiede jedoch, daß man die Lasten nur in verticaler Richtung und in einer solchen unveränderlichen Lage heben kann, welche man zu wählen für gut befindet, indem man das Seil LVX über eine oder mehrere feste Rollen führt, während man mit dem Krahne obendrein den Vortheil hat, die Colis auf verschiedenen Puncten seines Wirkungskreises und in einer eben gewünschten Höhe abladen zu können, wodurch an Zeit und Kosten erspart wird.

Sowohl die einfachen, als die mit Krahnen combinirten Aufzüge, mit andern Worten das Abladen sowohl, als das Magaziniren mit Dampfkraft bietet einen großen Vortheil vor denselben Operationen, wenn sie mit Hülfe von Krahnen vollzogen werden, welche durch Menschenhände bewegt werden. Man rechnet, daß im Mittel eine Tonne Güter 6 Pence oder 5,1 Sgr. Aufladekosten beim Abgange und ebensoviel Abladekosten bei der Ankunft verursacht, wenn diese Operationen mit Hülfe von Krahnen mit Menschenkraft vollzogen werden. Wendet man dagegen Dampf an, so scheinen diese Kosten in beträchtlichem Maaße sich zu vermindern und Hr. Braithwaite Poole versicherte dem Verfasser dieses, daß aus den Resultaten der von ihm (Poole) hierüber angestellten Versuchen bei den Aufzügen und vorzüglich den mit Dampfkrahnen combinirten Aufzügen sich eine zwischen 1 bis 2 Pence oder 0,9 bis 1,7 Sgr. variirende Verminderung der Ablade- und Magazinirungskosten pro Tonne ergäbe.*)

*) Hierbei ist das in England übliche im Vergleich gegen deutsche Verhältnisse hohe Tagelohn, von dem am Ende dieses Aufsatzes eine Probe folgt, wohl zu berücksichtigen. D. R.

Zur Ablieferung der Güter aus den Magazinen kann der angegebene Appparat ebenfalls benutzt werden und wird auch wirklich dazu benutzt. Das Verfahren dabei ist einfach folgendes. Man bringt das Coli an den Ausgang des Magazines, befestiget dasselbe an das Ende des Seiles an dem es hinabgelassen werden soll und setzt, indem man am Seile ω zieht, den Apparat in Bewegung, um das Coli etwas zu heben und es aus dem Magazine heraus zu schwenken. Hierauf läßt man das Seil ω wieder locker, um das weitere Aufgehen zu hindern, und nimmt zugleich das Bremsseil ω' zur Hand. Während nun das Coli durch sein eignes Gewicht sinkt, hat man nichts zu thun, als die Geschwindigkeit des Sinkens bis auf den Wagen zu mäßigen, indem man vom Seile ω' den gehörigen Gebrauch macht. Ist das Coli losgebunden, so läßt man das Bremsseil ω' wieder locker und zieht gegentheils am Seile ω des Ausrückehebels. Unverzüglich setzt sich der Apparat in Bewegung und bringt das Seil zu seinem Ausgangspunkte zurück, um mit einem neuen Coli denselben Weg zu machen u. s. f.

Man kann auf dem großen Rundbaume LM auch zwei Seile auflegen, von denen sich das eine aufwickelt, während sich das andere abwickelt, so daß man oben ein Coli anheften könnte, um es aus dem Magazine hinaus zu schwenken, während man das zuletzt unten angekommene losmacht.

In dem Bahnhofe von Liverpool wendet man einige holsts zur Ablieferung der Güter an; sie sind auch dabei sehr bequem, denn man kann mit Hülfe ihrer das Sinken der Ballen und ihre Ankunft im Wagen, der sie fortschaffen soll, vollständig dirigiren.

Oft jedoch wendet man auch ein andern Apparat hierzu an, welcher weniger Anlagskosten verursacht und, obgleich nicht so bequem und leicht geführlich wie der Aufzug, doch sehr nützlich ist Dieser höchst einfache Apparat wird gewöhnlich Jigger genannt. Fig. 12 und 13 auf Taf. II. führen den in den Gütermagazinen der Liverpool-Manchester angewendten **Bremshaspel** vor Augen; letztere im Grundrisse, erstere im Durchschnitte nach abcd. In seiner einfachsten Construction besteht er aus einem Rundbaume, auf welchen zwei Seile in entgegengesetzter Richtung aufgelegt sind, so daß, wenn sich das eine aufwickelt, das andere sich abwickelt. Jedes derselben läuft über eine außerhalb der Umfassungsmauern des Magazines angebrachte Rolle, so daß beide vertical über den Fuhrwerken hängen, welche die Ballen aus dem Magazine abholen.

Am Ende des Rundbaumes sitzt eine hölzerne Scheibe, auf deren Umfang sich ein Brems auflegt, den man nach Willkühr öffnet oder schließt, je nachdem man das Seil, an dessen unterem Ende der Ballen hängt, sinken lassen oder anhalten will.

Wollte man z. B. Mehlsäcke aus dem Magazine fortschaffen, so befestigt man den Sack S, wie Fig. 12 zeigt, hebt ihn sodann mit Hülfe der Kurbel MN etwas und schwenkt ihn so in's Freie; hierauf läßt man ihn niedersinken, indem man seine Geschwindigkeit mit Hülfe des Bremshebels EDC mäßigt, welcher, wenn der Punct C niedergeht, die Zugstange BC niederzieht und demzufolge den Brems BA gegen die Bremsscheibe RR' drückt. Die Handhabung des großen Hebels EDC ist sehr einfach. Zieht der Arbeiter an dem über die kleine Rolle P laufenden Seile EPF, so dreht sich der Hebel um den Stützpunct D, so daß E steigt und C sinkt; läßt dagegen der Arbeiter das Seil los, so sinkt der größere Arm ED durch sein Gewicht, der kleinere Arm steigt und der Brems AB wird gelüftet.

Es ist wichtig zu bemerken, daß, wenn die Ablieferung mit Hülfe des in Rede stehenden Apparates erfolgt, man den Sack oder den betreffenden Ballen erst nicht ganz nieder bis auf den Punct sinken lassen darf, wohin man es zu verladen wünscht, sondern ihn kurz vorher anhalten muß, indem man den Brems schließt. Nun bedient man sich seiner Last und des Weges, den der Sack oder Ballen noch zu durchlaufen hat, um den nächsten Sack zu heben und in's Freie zu schwenken, statt daß man die Kurbel MN zu Hülfe nimmt, wie dies beim Ausschwenken des ersten gethan wurde.

Der Fig. 12 und 13 dargestellte Brems ist sehr einfach, vielleicht zu einfach. Er wirkt nur auf einen kleinen Theil des Umfanges der Bremsscheibe RR', wenn man auch den Bremskrümmling BA bei xy etwas ausgenommen hat. Da nun bei gleichem Drucke die Wirkung des Bremses proportional der Berührungsfläche zwischen Scheibe und Brems ist, so folgt daraus, daß es vortheilhafter wäre, einen Bremskrümmling von größerer Ausdehnung aufzulegen, oder man könnte diesen Zweck auch dadurch erreichen, daß man ein aus Holzelementen, die unter sich durch zwei biegsame Eisenbänder verbunden sind, bestehendes Bremsband umlegte und so den Brems selbst biegsam machte, so daß der die untere Hälfte der Seilscheibenperipherie umfassende Brems sich nach Willkühr des Arbeiters ganz anlegen oder durch sein eigenes Gewicht lüften könnte. Die Wirkung eines solchen Bremses ist augenblicklich; mit Hülfe seiner kann man den Niedergang eines Coli viel besser dirigiren und setzt sich demzufolge viel weniger der Gefahr aus, dasselbe zu weit sinken zu lassen, in welchem Falle man erst wieder zur Kurbel MN greifen müßte.

Eines nach dem eben angegebenen Principe construirten Bremses, welchen Fig. 14 und 15 auf Taf. II. im Aufrisse und der unteren Ansicht darstellt, bedient man sich bei der Ablieferung von Säcken mit Mehl, Getreide, Erbsen rc. aus den Magazinen der Manchester-Leeds-Eisenbahn.

welche ungeheuere Quantitäten dieser Producte und besonders aus den Grafschaften **Norfolk** und **Lincoln** verführt.

Beiläufig sei hierbei bemerkt, daß die Magazine der genannten Bahn zu **Manchester** hinreichenden Raum haben, um **100,000** Mehlsäcke, jeden im Gewichte von **280** englische Pfund oder $^1/_8$ Tonne aufnehmen zu können.

Die Art und Weise, in welcher Getreide und Mehlsäcke 2c. in **Manchester** magazinirt werden, ist eigenthümlich genug, um einer kurzen Erwähnung zu verdienen.

Bekanntlich theilt sich an der Station **Miles-Platting**, welche eine Meile von **Manchester** entfernt ist, die Eisenbahn in zwei Zweige, von denen der eine mit starkem Gefälle nach **Manchester** hinabgeht, während der andere fast horizontal nach dem Güterbahnhofe hinführt. Daher kommt es, daß der Hof dieses letzteren, in welchen Wagen und Karren Gepäck aller Art zuführen, ungefähr **25** Fuß unter der Bahnlinie liegt und daß die Waggons in den oberen Etagen der Magazine ankommen, so daß nur eine einzige Etage noch über ihnen liegt.

Wenn diese Einrichtung einerseits das Unbequeme hat, daß man mit Hülfe einer Dampfmaschine von **20** Pferdekräften die Waggons heben und senken muß, um sie in das Niveau der Höfe oder der Bahn zu bringen, so gewinnt man andererseits dadurch den Vortheil, die beträchtlichen Sendungen von Mehl- oder Getreidesäcken aller Art sehr leicht einspeichern zu können, sei es in den unteren oder oberen Etagen.

Um die Säcke in den unteren Etagen einzuspeichern, läßt man sie auf schiefen Ebenen, die zu diesem Zwecke von einer Etage zur anderen angebracht sind, herabgleiten und die ganze Operation bewerkstelligt sich fast ohne alle Kosten außer denen des Ausladens aus den Wagen und der Einbringung in das Magazin; beides ist ganz unbedeutend.

Die Methode des Aufhissens der Säcke in die obere Etage ist ebenso schnell und wird mit Hülfe des Taf. **I.** Fig. **19** und **20** dargestellten Apparates vollzogen.

Wegen ihrer Einfachheit als mechanisches Hülfsmittel und der dabei statthabenden Theilung der Arbeit verdient sie der Erwähnung.

Der Apparat ist ein wirklicher Haspel; ein Seil ohne Ende **EFG**, Fig. **19** wickelt sich um die Spur einer Seilscheibe **EF**, Fig. **20**, welche **7** bis **8** Fuß Durchmesser hat. Zwei Männer, die mit **A** und **A'** bezeichnet werden mögen, stehen auf der einen Seite des Seiles, zwei andere **B** und **B'** auf der entgegengesetzten; ein Aufseher **C** leitet das Ganze; ein anderer Arbeiter **D** steht auf dem abzuladenden Waggon **W**, Fig. **19**, um die aufzuziehenden Säcke

am Seile zu befestigen; ein oder zwei Arbeiter endlich sind dazu bestimmt, die Säcke an ihre betreffenden Bestimmungsörter im Magazine auf kleinen, besonders zu diesem Zwecke construirten, sehr gefährlichen Karren zu transportiren.

Um den Rundbaum ist ein Seil umgelegt, dessen beide Enden **I, K** frei herab hängen und jedes in einen Haken endigen; während ein Seiltrum steigt, geht das andere nieder. Ein Sack aus dem Waggon hänge an dem Ende **I**; die Arbeiter **A, A'** ziehen beide am Seile, s. Fig. **19**, während **B** und **B'** in Ruhe sind. Damit es schneller gehe, begnügen sich **A** und **A'** nicht damit, an dem Seile zu ziehen, sondern hängen sich abwechselnd mit ihrem ganzen Gewichte daran, indem sie springend das Seil so hoch als möglich erfassen. Auf diese Weise steigt der Sack mit großer Geschwindigkeit aus der unteren Etage in die obere, indem er durch die Schiebethür **FR** passirt; ist er über dem Karren, der ihn fortschaffen soll, angekommen, so bindet ihn der Aufseher **C** los und unverzüglich ziehen **B** und **B'** auf ihrer Seite am Seile **EFG**, welches sich nun in der umgekehrten Richtung abwickelt und den Sack anholt, den der vierte der eben thätigen Arbeiter bereits am anderen Ende **K** des auf dem Rundbaume liegenden Seiles befestigt hat. Die Arbeiterpaare **A, A'** und **B, B'** ruhen daher abwechselnd aus und haben weiter nichts zu thun, als am Seile **EFG** zu ziehen, ebenso wie der Aufseher **C** nichts weiter thut, als die Säcke loszuheften, zu zählen und die ganze Operation zu leiten, und der Arbeiter **D** nur die Säcke am Seile anheftet.

Der Verfasser vermag nicht genau anzugeben, welche Arbeit diese sechs Männer verrichten, aber das Heben jedes Sackes kostete durchschnittlich nur ein oder zwei Minuten Zeit.

Nimmt man durchschnittlich $1^1/_2$ Minute pro Sack an, so findet man, daß bei den in England gewöhnlichen Tagelöhnen das Abladen und Classificiren der Säcke in dem Magazine auf **0,57** Sgr. pro Sack oder **4,6** Sgr. pro Tonne zu stehen kommt. *)

*) Ein Aufseher ist für die in Frage stehende Art von Arbeit mit 4 Schilling (1 Thlr. 11,1 Sgr.) Tagelohn sehr zufrieden; ein Arbeiter erhält 2 bis $2^1/_2$ Schilling (20,6 Sgr. bis 25,7 Sgr.); im Folgenden ist die letztere Zahl zu Grunde gelegt. Der Arbeiter D möge täglich 3 Schilling (1 Thlr. 0,9 Sgr.) bekommen und es möge endlich die in England gewöhnliche tägliche Arbeitszeit 10 Stunden betragen. Der Aufseher und die übrigen sieben Arbeiter erhalten also zusammen 22 Schilling oder 7 Thlr 16,3 Sgr. für 10 Stunden oder 600 Minuten, während welcher 400 Säcke aufgezogen werden, so daß die Aufzugs- und Magazinirungskosten sich pro Sack auf ungefähr 5 bis 6 Pf. belaufen.

Dampfkolben

neuer Construction.

Mit Zeichnungen auf Tafel II.

Dieser Dampfkolben, welcher nach Angabe Herrn Paul's in den Werkstätten des Herrn Nillus zu Hâvre und zwar bei dem bedeutenden Durchmesser von 50 Centimeter ausgeführt wurde, bietet eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit in Betracht seiner Verbindung mit der Kolbenstange einerseits und in Betreff der Einfachheit der Ausführung andererseits. Die gewöhnlich in Anwendung kommende Verbindungsweise durch Schrauben oder Keile, welche an dem Uebelstande leidet, locker zu werden oder sich sogar ganz zu lösen und dadurch bisweilen mehr oder minder ernste Unfälle herbeizuführen, hat Herr Paul gänzlich zu vermeiden gesucht. Seine Construction besteht nun darin, das Ende der Kolbenstange T in einen Doppelkegel oder mit anderen Worten in eine, aus zwei abgestumpften, mit der Basis einander zugekehrten Kegeln von gleicher Basis und Höhe bestehende Verstärkung auslaufen zu lassen, Fig. 16 und 17 auf Taf. II. Der Körper des Kolbens P besteht aus zwei ganz gleichen gußeisernen Scheiben, deren Nabe jenen Kegeln entsprechend ausgebohrt ist. Sind sie nun auf die Kolbenstange aufgesteckt, wie es die rechte Seite von Fig. 16 im Verticaldurchschnitte nach der Linie 123 des Horizontaldurchschnittes Fig. 17 andeutet, so reicht es zu ihrer vollständigen Befestigung aus, die Muttern der sechs Schrauben n in gehöriger Weise anzuziehen. Diese Scheiben sind mit ihren Naben, die gut ausgearbeitet sein müssen, stumpf aufgesetzt, und fassen mit ihrem äußern sorgfältig abgedrehten Rande zwei elastische Ringe O, O' zwischen sich, die die ganze Liderung ausmachen. Diese Ringe werden, wie bekannt, gut federhart gemacht; auf der Seite, wo sie offen oder geschlitzt sind, sind sie dünner, als auf der entgegengesetzten Seite und bewirken, indem sie sich fortwährend bestreben, sich auszudehnen, dampfdichten Abschluß. Begreiflicher Weise müssen die Schrauben, wenn sie auch die Naben beider Scheiben stark zusammenziehen, den Liderringen doch so viel Flucht lassen, daß diese immer frei spielen können.

Eine solche Construction ist offenbar höchst einfach, leicht auszuführen und hat obendrein den Vortheil, blos ein einziges Modell für beide Theile des Kolbenkörpers zu erheischen, da beide Scheiben, obere und untere, ganz gleich sind.

Herr Nillus hat nach ähnlichem Principe auch Dampfkolben mit Hanfliederung für Tiefdruckmaschinen construirt.

Armengaud, Publication industrielle, Tome VI. pag 204.

Leder als Material zu Verzahnungen,

von

Herrn **Carnon** zu Paris.

(Mit Figur 18. Tafel II.)

Verzahnungen kommen so häufig an Maschinen, bei Transmissionen der Bewegung aller Art vor, daß man nie genug Sorgfalt auf ihre Ausführung verwenden kann, sei es nun, um sie dauerhafter, oder genauer oder mit größerer Oeconomie auszuführen. Bisher wurde als Material zu diesen Maschinentheilen Schmiede- und Gußeisen, Messing und Holz verwendet. Jedermann weiß, daß die in Metallen ausgeführten Verzahnungen den Nachtheil eines geräuschvollen Ganges haben, vorzüglich wenn sie sich mit einem gewissen Grade von Geschwindigkeit bewegen, und zwar ist dies, selbst wenn die Zahnschablonen noch so genau construirt sind, um so mehr der Fall, wenn die Zähne nicht nachgearbeitet sind, weil dann die Unregelmäßigkeit derselben nothwendigerweise zum todten Gange beiträgt und demzufolge mehr oder minder heftige Stöße veranlaßt, die das Geräusch noch vermehren. Bei Holzverzahnungen ist dieser Uebelstand viel unbedeutender, vorzüglich wenn die Zähne mit Sorgfalt getheilt und angeschnitten worden sind; im Allgemeinen jedoch läßt sich diese Art der Verzahnung nur bei Zähnen von größerer Stärke in Anwendung bringen, indem sich die Zähne bei kleinerer Theilung zu schnell abnutzen und eine allzuofte Auswechselung erheischen. Außer-

dem aber veranlaßt diese Art der Verzahnung, wenn sie eine gewisse Zeit im Gange gewesen ist, ziemlich beträchtliche Unterhaltungskosten.

Herr Carnon nun hat diese Uebelstände zu umgehen gesucht, indem er die Verzahnungen nicht aus gewöhnlichem Leder, wie man dies bereits versucht hat, sondern aus Scheiben von Büffelleder (peaux des Buënos-Ayres) bestehen ließ.

Die erste Operation, welche mit den Büffelfellen vorzunehmen ist, um sie zu dieser besonderen Anwendung geeignet zu machen, ist das Kalken nach dem bei den Lohgerbern üblichen Verfahren; sie erlangen dann einen hohen Grad von Festigkeit, haben aber auch zu gleicher Zeit eine runzelige und sehr rauhe Oberfläche, welche nothwendiger Weise geebnet und geglättet werden muß.

Man weicht zunächst die Felle ein, um sie fügsam zu machen, bringt sie dann in die Presse und läßt sie darin trocknen, bis sie ihre anfängliche Härte wieder erlangt haben. In diesem Zustande läßt sich ihre Oberfläche hobeln wie Holz; auch wird diese Operation wirklich mit denselben Werkzeugen und nach denselben Regeln, wie das Hobeln des Holzes vorgenommen. In vielen Fällen kann man sich auch damit begnügen, die Flächen durch Feilen und Schaben zuzuführen, statt sie zu hobeln, um nur die gröbsten Unebenheiten zu beseitigen, die Dicke des Felles wird dabei möglichst wenig vermindert.

Welches Verfahren nun auch eingeschlagen werden möge zum Abrichten und Ebenen der Oberfläche, so ist es doch in allen Fällen von Wichtigkeit, daß je zwei Flächen, welche bei dem nun folgenden Uebereinanderschichten der einzelnen Felle aufeinander zu liegen kommen, möglichst frei von Unebenheiten sind; übrigens werden soviel Felle übereinander gelegt, daß die ganze Schicht so stark wird, als das Arbeitsstück stark werden soll.

Um die einzelnen Felle fest mit einander zu verbinden, bestreicht man ihre Oberfläche mit dem besten, im Handel vorkommenden Tischlerleim, bringt sie dann unter die Presse und läßt sie daselbst, bis sie vollständig trocken geworden sind.

Die mehr oder minder großen Tafeln, welche man auf diese Weise erhält, zeigen einen sehr hohen Grad von Tenacität; man kann ohne Scheu behaupten, daß die Masse eben so hart und selbst härter, als gewisse Holzarten ist und daß sie sich genau so bearbeiten läßt, wie man Metalle bearbeitet.

Zur Fabrication von Verzahnungen schneidet man Scheiben x von verlangten Durchmesser aus, Fig. 18 auf Taf. II.

und bringt sie auf die Theilmaschine, um die Zähne auf der ganzen Peripherie anzuschneiden, wie man es bei Zahnrädern von Messing thun würde. Hierauf schließt man den so verzahnten Kranz zwischen zwei Metallscheiben oder Kränze y ein, um eine Lostrennung der einzelnen Theile zu verhindern.

Für Getriebe von kleinem Durchmesser reicht es hin, in dem Stücke selbst eine dem äußeren Durchmesser des herzustellenden Rades entsprechende Scheibe auszuschneiden, in der Mitte auszubohren, die gewünschte Zahl von Zähnen in der verlangten Form anzuschneiden und hierauf zwischen zwei Metallscheiben von gleichem Durchmesser, die man durch Schrauben, Bolzen oder Nieten mit einander verbindet, einzusperren.

Solche Getriebe können mit Messing-, Schmiede- oder Gußeisen-Rädern im Eingriffe stehen und gehen außerordentlich sanft, ohne das mindeste Geräusch zu verursachen, ungeachtet der beträchtlichen Zahl von Umdrehungen, welche man sie in einer sehr kurzen Zeit machen lassen kann.

Nach demselben Principe construirt Herr Caron conische Räder, indem er die vorher in conischer Form ausgeschnittene oder abgedrehte Ledermasse, nachdem die Zähne angeschnitten worden sind, mit zwei Metallringen einfaßt.

Für Verzahnungen von großen Dimensionen construirt man den Radkörper ebenso wie bei einem gewöhnlichen gußeisernen Rade mit Nabe und Armen, deren Dimensionen der zu übertragenden Kraft entsprechend gewählt sind; am Umfange jedoch bildet man eine gleich aus dem Ganzen angegossene Spur, in welche man die Leder-Verzahnung in Segmenten versenkt, die in ihrer Vereinigung einen continuirlichen Zahnkranz bilden und die Spur auf ihre ganze Breite ausfüllen. Die Befestigung dieses Zahnkranzes auf dem Rade erfolgt durch Schraubenbolzen und das zweite erwähnte Backenstück, so daß derselbe, wie bei Verzahnungen von sehr kleinen Dimensionen, zwischen zwei, die Masse stark zusammendrückenden Wangen eingeschlossen ist, welche das Verbiegen und Abtrennen einzelner Theile beim Gange verhindern.

Herr Armengaud hat Zahnräder dieser Art an Werkzeugsmaschinen verschiedener Art, mit großen Umgangsgeschwindigkeiten ausgeführt gesehen und stets einen äußerst sanften Gang beobachtet. Da diese Lederverzahnung, obgleich sehr hart, aus einer stets fettigen Materie besteht, so hat man fast niemals nöthig, sie zu schmieren.

Armengaud, Publication industrielle,
Tome VI. pag. 207.

Excentrische Verzahnung
als Ersatz des Krummzapfens,

von

Fröhlich, Mechaniker zu Winterthur bei Zürich.

Hierzu Figur **21** und **22** auf Tafel **I.**

Das günstige Resultat, welches nach Angabe des Erfinders die Anwendung dieser Verzahnung bei stehenden und Schiffsdampfmaschinen gegeben hat (ungefähr **12** Procent mehr Nutzeffect als bei Krummzapfen), veranlaßt uns, Folgendes darüber unseren Lesern vorzulegen.

Ein Räderpaar dieser Art führt Fig **21** auf Tafel I. in der Seitenansicht vor Augen; Fig. **22** ist die geometrische Construction derselben, verglichen mit der des Krummzapfens oder der Kurbel.

Aus diesen Figuren ist leicht zu ersehen, daß die beiden excentrischen Räder nach Kreisbögen aus mehreren Mittelpuncten construirt und so eingerichtet sind, daß der größte Theil **A', B'** des einen d. h. der dem größten Durchmesser angehörige Theil, dem kleinsten des andern correspondirt. Hieraus geht hervor, daß man ohne andere mechanische Combination die variable Bewegung des Krummzapfens ohne Arbeitsverlust reguliren und obendrein eine beträchtliche Vermehrung des erhaltenen Nutzeffectes erzielen kann.

Nehmen wir zunächst an, daß die Bewegung durch zwei gleiche cylindrische Räder **A** und **B**, welche mit der Welle eines Schwungrades durch Radvorgelege in Verbindung stehen, auf eine Kurbel übertragen werde und suchen wir für eine gewisse Anzahl von Puncten im Theilrisse beider Räder theoretisch nachzuweisen, welche mechanische Arbeit erlangt werden kann.

Theilt man z. B. den von der Kurbel beschriebenen Halbkreis, dessen Radius gleich **50** Millimeter angenommen werden möge, in gleiche Theile von **10** zu **10** Grad und nimmt man ferner das Verhältniß zwischen dem Radius dieses Krummzapfens und der Länge der Zugstange, welche ihm seine Bewegung mittheilt succesive gleich **1 : 1**, **1 : 2**, **1 : 3** ꝛc. an, so erhält man zunächst folgende Tabelle, sei es nun auf rechnendem oder costruirendem Wege:

Tabelle I.

über die geradlinigen Wege (Hubhöhen), welche den durch den Krummzapfen beschriebenen Winkeln entsprechen.

Größe des beschriebenen Winkels.	Entsprechender Weg (Hub) bei einem Verhältnisse des Krummzapfenhalbmessers zur Länge der Kurbelstange von				
	1 : 1	1 : 2	1 : 4	1 : 6	1 : 8
Grade.					
0	0,00	0	0	0	0
10	0,70	1	0,9	0,85	0,8
20	3,20	4,25	3,5	3,4	3,25
30	6,25	10	8,1	7,75	7,3
40	11,80	17	14	13,04	13
50	18,00	25,5	21,5	20	20
60	25,00	35	29,5	28	27,5
70	32,00	45	38,5	36,75	36
80	41,40	54	47,25	45,5	44,5
90	50,00	63,5	56,4	54	53
100	58,70	72	65	62,5	62
110	67,20	78,75	72,75	70,8	70
120	75,00	85	80	78,25	77,9
130	82,00	90	86	84,5	84,25
140	88,20	93,75	91	90	89,9
150	93,25	96,5	94,8	94	94
160	97,00	98,5	97,75	97,6	97
170	99,30	99,5	99,25	99,2	99
180	100	100	100	100	100

Nach dieser Tabelle kann man leicht die folgende finden, nach welcher man die Construction der Räder A und B vornimmt, deren Bewegung sich in die des Krummzapfens C umsetzt. Diese zweite Tabelle giebt die Wege (Hubhöhen) und Producte aus den Wegen und Hebelsarmen des Krummzapfens C für die Bewegung der Räder A und B innerhalb eines Quadranten.

Tabelle II.

Drehungswinkel, des Rades A.	Drehungswinkel, des Rades B.	Hebelsarm des Krummzapfens C	Verticalweg des Krummzapfens C	Producte aus den Verhältnißzahlen. Columme 3 und 4	Producte aus den Verhältnißzahlen. der Radien von A und B.	Producte der Columnen 5 u. 6.
Grade	Grade	Millimtr.	Millimtr.			
0	0	0	0	0	1	0
10	10	8,7	0,7	6,09	1	6,09
20	20	17,2	2,3	39,56	1	39,56
30	30	25	3,8	95	1	95
40	40	32	5	160	1	160
50	50	38,2	6,2	236,84	1	236,84
60	60	43,25	7	302,75	1	302,75
70	70	47	7,8	366,60	1	366,60
80	80	49,3	8,5	419,05	1	419,05
90	90	50	8,7	435,00	1	435,00
			50,0	2060,89		2060,89

Aus dieser Tabelle ersieht man, daß, indem man die verschiedenen aufeinanderfolgenden Hebelsarme mit den entsprechenden Wegprojectionen multiplicirt und diese Producte addirt, man für eine Viertelsumdrehung der Räder und der Kurbel 2060,89 erhält. Die so erhaltenen successiven Werthe nehmen, wie Columme 5 zeigt, vom Minimum bei 0° bis zum Maximum bei 90° zu und es versteht sich von selbst, daß sie in umgekehrter Weise von 90° bis 180° abnehmen.

Ferner sieht man, daß, wenn die Peripherie mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchlaufen wird, die Krummzapfenwarze oder der Befestigungspunct des Kolbens bei 60 Grad nur den vierten Theil des ganzen Kolbenhubes zurück gelegt hat, während sie in den nächsten 60 Graden einen doppelt so großen Weg d. h. $^1/_2$ des ganzen Kolbenhubes durchläuft und daß sie endlich zur Zurücklegung des letzten Viertels wieder einen Winkel von 60 Graden beschreiben muß. Diese Folgerungen sind jedoch nur richtig, wenn die die Bewegung vom Krummzapfen auf den Kolben oder einen anderen Maschinentheil übertragende Kurbelstange als unendlich lang angesehen wird. In der Praxis dagegen beträgt die Länge der Kurbelstange nur das Drei- bis Fünffache des Radius des Warzenkreises, demzufolge machen sich diese Differenzen noch weit fühlbarer.

Da wir von der Annahme ausgehen, daß die auf die Räder A und B fortgepflanzte Kraft des Motors sich stets gleich bleibe, indem wir z. B. ein Wasserrad als Motor annehmen, so folgt daraus, daß aus dieser Ungleichförmigkeit der Bewegung ein bedeutender Arbeitsverlust entsteht.

Um ein constantes mittleres Product zu erzielen, müßte man daher die Last oder den Widerstand an den todten Puncten von 0 und 180° vermehren und gegentheils an den zwischenliegenden Puncten von 90 und 270° vermindern.

Herr Fröhlich hat diese Bedingung in einer höchst befriedigenden Weise durch das in Frage stehende neue System von excentrischen Zahnrädern zu erfüllen gesucht, wie man sich durch Rechnung und die geometrische Construction Fig. 22 überzeugen kann, aus welcher man ersieht, daß der kleinste Radius des Rades A auf den größten des Rades B in dem Momente wirkt, wo die Last an einem größten Hebelsarme (gleich der ganzen Länge des Krummzapfens) angreift. Hieraus geht hervor, daß die Last mit geringerer Intensität auf die Betriebskraft reagirt; letztere wird, wie gesagt, durch das Vorgelege als constant fortgepflanzt angesehen.

Es ist daher leicht, nach dieser neuen Disposition folgende Tabelle zusammenzustellen, die man dann mit der nächstvorhergehenden sub II. vergleichen kann.

Tabelle III.

Drehungswinkel des Rades A.	Drehungswinkel des Rades B.	Hebelsarme, entsprechend dem Krummzapfen C.	Hubhöhe, entsprechend dem Krummzapfen C.	Radien der Räder A und B.	Producte aus Columme 3 und 4	Verhältniß der Radien v. A und B.	Producte aus den Columnen 6 und 7
Grade	Grade	Millimtr.	Millimtr.	Millimeter.			
0	0	0	0	70 + 50 = 120	0	1,400	0,0000
10	13	11	1,4	68 + 52 = 120	15,4	1,307	20,0278
20	25,5	22	3,6	65,5 + 54,5 = 120	79,2	1,202	95,1984
30	37	30	5,4	63 + 57 = 120	162,0	1,105	179,0100
40	48	36,8	6,1	60,5 + 59,5 = 120	224,5	1,016	228,0920
50	57,5	42	6,7	58 + 62 = 120	281,4	0,935	263,1090
60	66,5	45,5	6,8	55,5 + 64,5 = 120	309,4	0,866	267,9404
70	74	48	6,5	53,5 + 66,5 = 120	312	0,804	250,8480
80	82,5	49,2	7	51,7 + 68,3 = 120	344,4	0,757	260,7108
90	90	50	6,5	50 + 70 = 120	325	0,714	232,0500
					2053,3		1796,9864

Prüft man diese Tabelle, so findet man, daß die Summe der Widerstände (die Last) durch die Zahl 1796,98 ausgedrückt wird; bei der Vergleichung dieses Werthes mit dem in der vorhergehenden Tabelle gefundenen ergiebt sich daher die Proportion:

$$2060{,}90 : 1796{,}98 = 100 : 87{,}19$$

Ohne Rücksicht auf Reibung ergiebt sich daher für die Fröhlich'sche Construction einer Ersparung von 12,81 %.

Dieser durch die Theorie nachgewiesene Vortheil wird auch von der Praxis bestätigt. Der Erfinder hat Versuche über dieses System angestellt, indem er zu diesem Zwecke einen Mechanismus construirte, den er sowohl bei einem Wasserrade, als bei einer Dampfmaschine in Anwendung brachte, während er Bremsversuche machte und wechselsweise gewöhnliche und excentrische Räder bei sehr verschiedenen Geschwindigkeiten von 20 bis 1,5 Umdrehungen pro Minute in Eingriff setzte.

Die Anwendung dieses Systemes excentrischer Räder, als Versuch im Großen auf einem Dampfschiffe von 20 Meter Länge und 2,40 Meter Breite, ausgeführt, hat die oben angegebenen Resultate bestätigt.

Armengaud, Publication industrielle, Tome V, pag. 342.

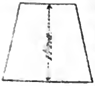
Versuche über die relative Festigkeit
von Schalengußeisen,
angestellt
in der Crane-Eisenhütte bei Swansea in England.

Von

Robert Bowman.

Erste Versuchsreihe.

Die zwei Gußeisenbarren, welche der Gegenstand dieser ersten Versuchsreihe waren, wurden zu gleicher Zeit aus derselben Kelle gegossen. Eine von beiden wurde nach dem gewöhnlichen Verfahren in Sand gegossen, und hatte die in beistehendem Holzschnitte angedeutete Querschnittsform.



Ihre Länge betrug im Ganzen 4 Fuß (engl.)

die obere Breite $^1/_2$ Zoll,
die untere Breite 1 „
die Höhe $1^1/_2$ „
daher der Querschnitt $1^1/_8$ Quadratzoll.

Ferner betrug die Entfernung zwischen den beiden Auflagerungspuncten bei den Versuchen 3 Fuß 10 Zoll; und endlich ihr Gewicht $13^1/_2$ Pfd. engl. (6,1209 Kilogr.).

Die abgeschreckte oder Schalenguß-Barre hatte ganz gleiche Dimensionen, wie die vorige, ausgenommen, daß die untere Breite nur $^{15}/_{16}$ Zoll statt 1 Zoll betrug, eine Differenz, welche durch die plötzliche Abkühlung der untern Seite veranlaßt ward, indem dieselbe beim Guße mit einer kalten Eisenplatte in Berührung kam, um die Barre (auf dieser einzigen Seite) abzuschrecken. Hiernach betrug der Querschnitt nur 1,078 Quadratzoll d. h. 0,047 Quadratzoll weniger, als bei der ersten, ebenso war das Gewicht der Schalengußbarre nur 12 Pfd. 13 Unzen, (5,8092 Kilogr.) während die erstere $13^1/_2$ Pfd wog.

Nummer des Versuches	Aufgelegtes Gewicht		Beobachtete Durchbiegung		Differenz, um welche sich die Schalengußbarre mehr durchbiegt, als die andere	Bemerkungen
	Ctr.	Pfd.	Sandgußbarre	Schalengußbarre		
			Zoll	Zoll		
1	$^3/_4$	4	0	0	0	
2	$1^3/_4$	4	0	0,0625	0,0625	Nachdem alle Gewichte abgenommen worden waren, nahmen beide Barren ihre ursprüngliche Gestalt wieder an.
3	$2^3/_4$	4	0,0625	0,1250	0,0625	
4	$3^3/_4$	4	0,1250	0,2187	0,0937	
5	$4^3/_4$	4	0,2500	0,3125	0,0625	
6	$5^1/_4$	4	0,2969	0,3437	0,0468	
7	$5^3/_4$	4	0,3125	0,4060	0,0935	
8	$6^1/_4$	4	0,3437	0,4687	0,1250	*) Der Bruch erfolgt 3 Zoll vom Mittel.
9	$6^1/_2$	4	Bruch *)	0,5321		**) Der Bruch erfolgt $^3/_4$ Zoll vom Mittel.
10	7	4		0,5321		
11	$7^1/_4$	4	·	Bruch **)		

Anmerk: 1 Ctr. engl. = 50,73 Kilogr.

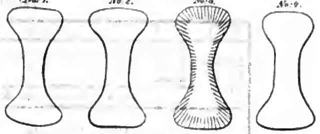
Da die Schalen- und Sandgußbarre von verschiedenem Querschnitte sind und demzufolge ihre Tragfähigkeit nicht gleich sein kann, so muß man, um sie vergleichen und den Einfluß des Abschreckens bestimmen zu können, die Gewichte, welche sie zu tragen fähig sind, auf den einen von beiden Querschnitten, als Maßeinheit, reduciren. Am bequemsten wird es sein, den Querschnitt der Schalengußbarre zu Grunde zu legen und denjenigen der anderen Barre darauf zu reduciren; da ferner Gußeisenbarren unter übrigens gleichen Umständen ungefähr ein ihrem Querschnitte proportionales Gewicht zu tragen vermögen, so bestimmt sich die Tragkraft einer gewöhnlichen Barre von 1,078 Quadratzoll Querschnitt folgendermaßen:

Der Querschnitt der gewöhnlichen Barre = 1,125 Quadratzoll verhält sich zu demjenigen von 1,078 Quadratzoll wie 6,28 Ctr. zu 6,01 Ctr. dem Gewichte, welches eine gewöhnliche Barre von 1,078 Quadratzoll Querschnitt zu tragen im Stande gewesen sein würde. Da aber die Schalengußbarre eine Belastung von 7 Ctr. 4 Pfd. = 7,035 Ctr. aushielt, so ergiebt sich hieraus, daß durch das Abschrecken der untern Seite der Barre die Tragfähigkeit derselben bei gleichem Querschnitte um 16 – 17 Procent erhöht worden ist.*)

Zweite Versuchsreihe.

Die Barren, mit welchen diese Versuche angestellt wurden, wurden alle zugleich und aus derselben Kelle gegossen; es waren folgende vier: Nr. 1. Sandguß; Nr. 2. Massenguß; Nr. 3. Schalenguß; Nr. 4. Geglühter Schalenguß.

Die ganze Länge jeder Barre betrug 18 Zoll und die Entfernung zwischen den Auflagerungspuncten in allen Fällen 15 Zoll.



Beistehende Holzschnitte geben die Querschnitte der einzelnen Barren in natürlicher Größe, so genau als es möglich war, sie abzunehmen.

Tabelle Nr. 1.

Nummer der Barren.	Gewicht der Barren.	Querschnitt.	Gewicht, reducirt auf den Querschnitt der der Barre No. 1.	Dichtigkeit der einzelnen Barren in Procenten von der Barre No. 1.	Gewicht, welches von jeder Barre getragen wurde.	Gewicht, welches ede Barre bei dem Querschnitte der Barre No 1 getragen haben würde.	Procentale Zusammenstellung der vorigen Columne.	Beobachtete Durchbiegung oder Elasticitätsmaß.	Procentale Zusammenstellung der Durchbiegungen.
	Unzen	Quadrat Zoll	Unzen	—	Pfund	Pfund	—	Zoll	—
1	32,5	0,468	32,5	100,	1232	1232	100	0,130	100
2	30,5	0,407	35,0	107,3	1008	1159	94	0,114	87
3	34,75	0,428	37,9	116,7	784	857	69,5	0,053	40
4	34,5	0,444	36,3	111,7	2520	2656	215,0	0,148	114

*) Da die Tragfähigkeit eines an beiden Enden aufruhenden parallelepipedischen Balkens seiner Breite und dem Cubus seiner Höhe proportional ist, im vorliegenden Falle aber die Höhen gleich sind, so folgt, daß die Tragfähigkeiten sich wie die Breiten, oder wie $^3/_4 : {}^{23}/_{32}$ = 24 : 23 verhalten müssen, was fast genau auf die oben angegebenen Werthe hinaus kommt. D. R.

Jn Betreff der Zusammenstellung der Tabelle Nr. 1 ist eine weitere Erläuterung nicht von Nöthen, da sie durch sich selbst verständlich ist; es reiche hin zu bemerken, daß (siehe Columme Nr. 8.) Sandguß 6 Procent besser ist, als Massenguß und $30^1/_2$ Procent besser, als ungeglühter Schalenguß; und daß endlich durch das Abschrecken beim Schalenguß und nochmaliges Glühen die relative Festigkeit des Gußeisens um 115 Procent erhöht wird.

Ungeachtet der Kleinheit der zu den Versuchen benutzten Barren und ihres eigenthümlichen Querschnittes, welcher eine Vergleichung der erhaltenen Resultate mit denen anderer Experimentatoren nicht gestattet, sind die obigen Angaben doch vollständig ausreichend, um zu zeigen, wie viel vorzüglicher Gußeisen sei, welches in Schalen gegossen und nochmals geglüht worden ist; und darzuthun, daß der durch diese Behandlungsweise erlangte Vortheil wenigstens zu 100 Procent abgeschätzt werden kann.

Zugleich geht aus diesen Versuchen hervor, daß die

Dichtigkeit des Gußeisens keineswegs ein Kriterium für seine Festigkeit abgebe.

Zur Vervollständigung der Beobachtungstabelle (Nr. 2) haben wir noch das Verfahren anzugeben, welches im vorliegendem Falle befolgt wurde, um die Größe der Durchbiegung genau zu messen. An die Barre, mit welcher eben experimentirt wurde, wurde eine Schnur befestigt, welche mit dem anderen Ende auf einer messingenen Trommel von genau 4 Zoll Circumferenz aufgelegt und befestigt war. Vom Centrum des Zapfens dieser Trommel aus war ein großer Kreis beschrieben, dessen Quadrant in hundert Theile getheilt war; ein auf der Trommel befestigter Zeiger gab daher die geringste Biegung mit der größten Genauigkeit an.

Ferner ist zu bemerken, daß Columme 5 in Tafel II. nur eine Vergleichung der Durchbiegung der Barre No. 4 mit der Nr. 1 und 2 giebt, da Nr. 3 keine Probe gewöhnlichen Gußeisens ist, in den Durchschnittswerth (Columme 4) sich also nicht aufnehmen ließ.

Tabelle Nr. III.

Col. 1.	Col. 2.	Col. 3.				Col. 4.	Col. 5.	Col. 6.
Nummer des Versuches	Aufgelegte Gewichte	Beobachtete Durchbiegung in Zollen.				Durchschnittliche Durchbiegung von Nr. 1 und Nr. 2	Bei demselben Gewichte bog sich Nr. 4 weniger um.	Bemerkungen.
	Ctr.	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.		Zoll.	
1	1	0,000	0	0	0	0	0	
2	2	0,020	0,02	0,005	0,010	0,02	0,01	
3	3	0,035	0,035	0,0175	0,0225	0,035	0,013	
4	4	0,050	0,0525	0,0236	0,0365	0,051	0,015	
5	5	0,065	0,075	0,0370	0,0535	0,070	0,016	
6	6	0,0775	0,0875	0,0420	0,065	0,082	0,017	
7	7	0,090	0,0975	0,0530	0,0665	0,093	0,027	
8	8	0,1025	0,1084	Bruch	0,0680	0,105	0,037	
9	9	0,1125	0,1140		0,075	0,113	0,038	
10	10	0,1213	Bruch		0,080	0,121	0,041	
11	11	0,13			0,087	0,13	0,043	
12	$11^1/_2$	Bruch			0,090			
13	12				0,095			
14	$12^1/_2$				0,100			
15	13				0,105			
16	$13^1/_2$				0,110			
17	14				0,115			
18	$14^1/_2$				0,120			
19	15				0,1285			
20	16				0,1325			
21	17				0,14*)			*) Als die Gewichte abgenommen wurden, kehrte die Barre in die ursprüngliche horizontale Lage zurück.
22	18				0,12**)			**) Beim Wiederauflegen des Gewichtes beobachtete man nur die angegebene Durchbiegung.
23	19				0,125			
24	20				0,130			
25	21				0,141			
26	22				0,1475			
27	$22^1/_2$				0,1480			
28					Bruch			

In Betracht des mikroskopischen Aussehens der Querschnitte wurden folgende Beobachtungen gemacht.

Nr. 1 zeigte fast dasselbe Aussehen am oberen, wie am unteren Theile des Querschnittes, ausgenommen daß in dem unteren Theile der Bruch des Eisens offener oder lockerer war, ohne daß man die geringste Spur von Verdichtung an den oberen Partikeln hätte wahrnehmen können. Der Bruch dieser Barre erfolgte ungefähr 1/4 Zoll vom Mittel und geht fast in gerader Linie und rechtwinklich zur Längenaxe durch.

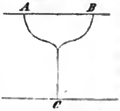
Nr. 2 zeigte genau dieselben Erscheinungen wie Nr. 1, nur daß der Bruch in der Mitte zwischen beiden Enden der Barre stattfand:

Nr. 3. Der Bruch dieser Barre bot einen ganz eigenthümlichen Anblick dar; er war höchst krystallinisch und die körnige Structur, anstatt homogen zu sein, wie in den beiden früheren Fällen schien aus krystallinischen Fäden oder Nadeln zu bestehen, welche radial-strahlenförmig vom Centrum der das Querschnittsprofil bildenden Curven auszulaufen schienen. Eine Idee von dieser Structur zu geben

ist im Profile dieser Barre (Nr. 3 der beifolgenden Holzschnitte) versucht worden.

Der Bruch dieser Barre erfolgte 7/8 Zoll vom Mittel und ungefähr 1/4 Zoll von der auf ihre Breite normalen Linie abweichend.

Nr. 4 brach zu gleicher Zeit an zwei Stellen und zwar erfolgte der eine Bruch ungefähr 5 Zoll vom Ende und beinahe rechtwinklich gegen die Oberfläche der Barre und der andere nach einer zusammengesetzten Bruchlinie ABC beistehenden Holzschnittes ungefähr 1/4 Zoll vom Mittel. Das Eisen hatte das bei Nr. 3 beobachtete krystallinische



Aussehen vollständig verloren und die körnige Structur von Nr. 1 und 2 wieder angenommen, nur daß die Körnchen viel feiner waren, so daß der Bruch mehr wie Gußstahl, als wie Gußeisen aussah.

The Mechanic's Magazine, Novbr. 1847.

Schneckenräder von Cavé in Paris.

Tafel III.

Es sind sehr verschiedene Systeme von Schöpfrädern erfunden worden und die meisten sind schon seit mehreren Jahrhunderten in Gebrauch. Wenn man Wasser aus bedeutenderer Tiefe zu schöpfen, oder zu einer beträchtlicheren Höhe zu heben hat, so kann man mit Vortheil nur Pumpen anwenden, wo es sich um einen unausgesetzten Gang und möglichste Benutzung der Betriebskraft handelt. Bisweilen wendet man jedoch Norias oder Eimerketten in geneigter oder verticaler Lage an. Bei mehr zufälligen Verwendungen jedoch, wo man in der Regel das Wasser nur auf geringe Höhen zu heben hat, bedient man sich gewöhnlich der Archimedischen Schraube,*) der Schöpfräder mit Eimern oder der Schneckenräder; auch Schaufelräder, welche in einen kreisförmigen Mantel eingeschlossen waren, sind zu diesem Zwecke angewendet worden. Endlich sind auch Heber, als Wasserhebungsvorrichtungen zu nennen.

Das Schneckenrad (roue à tympan) ist eine Maschine, welche von den Alten viel angewendet wurde, und es ist zu verwundern, daß sie heutzutage weniger in Gebrauch ist. denn sie verspricht gute Resultate, namentlich wenn die Vervollkommnungen, welche die neuere Zeit gestattet, an ihr angebracht werden.

Man unterscheidet zwei Arten; die einfachere und ältere Construction ist diejenige mit geraden nach dem Mittel führenden Schaufeln; die zweite und vortheilhaftere hat krumme spiralförmige Schaufeln. Erstere wird aus zwei Scheiben, die durch einen cylindrischen Mantel verbunden sind, gebildet und ist innerlich durch radial gestellte Scheider in acht oder mehr Kammern getheilt. Der cylindrische Mantel ist für jede Kammer mit einer Oeffnung versehen und das ganze System ist auf eine starke Welle aufgeschoben, auf welcher weite Einschnitte, die denselben Kammern entsprechen, angebracht sind. Wenn diese Maschine in dem auszuschöpfenden Sumpfe zweckmäßig aufgestellt ist und ihr eine regelmäßige und langsame Rotationsbewegung mitgetheilt wird, so schöpft jede äußere Mündung, während sie in das Was-

*) Die Archimedische Schraube ist sehr vielfältiger Anwendungen fähig. So bedient man sich ihrer als Wasserhebungsmaschine, indem man sie unter 30 bis 45" neigt, als Gebläse (Cagniardelle), als Motor oder Propulsator für Schiffe u. s. w. Im 2. Theile der Recréations mathématiques et physiques von 1778 wird eine Vorrichtung beschrieben, mit einer von der aufsteigenden Luft getriebenen archimedischen Schraube einen Bratspieß zu drehen, und es wird angedeutet, daß man sich derselben bedienen könne, als eines unter Wasser gehenden Wasserrades, wobei eine Umhüllung nützlich sein könnte. Vertical gestellt, könnte sie als Wasserrad für Mühlen verwendet werden u. dergl. Letztere Idee ist patentirt und Turbinen nach dieser Form sind bereits in Saint-Maur zur Ausführung gekommen.

ser eintaucht, eine gewisse Menge Wasser und dieses fließt wieder durch den entsprechenden Einschnitt der Welle ab.

Lafaye hat nach D'Aubuisson zuerst (im Anfange des vorigen Jahrhunderts) die Scheider nach der Developpante des Wellenmittels gekrümmt und den cylinderförmigen Mantel weggelassen. Auch Perronet hat Schneckenräder nach diesem System gebaut.

In den letzten Jahren hat Cavé den Auftrag gehabt, derartige Räder zu construiren. Sie sind ebenso interessant durch ihre Größe, als durch die Art der Ausführung. Statt der früher gebräuchlichen Ausführung in Holz sind sie ganz von Blech und Gußeisen hergestellt; die krummen Schaufeln sind aus Eisenblechtafeln gefertigt, welche auf schmiedeeiserne Winkelbleche aufgenietet sind und ebenso ist die Welle in Schmiede- oder Gußeisen construirt. Die Bewegung geschieht durch eine Dampfmaschine. Das eine von diesen Rädern hebt in vier und zwanzig Stunden nicht weniger als 80,000 Cubicmeter Wasser mit einer Maschine von 25 bis 30 Pferdekräften; es hat zwei Schneckengänge; ein anderes hat deren vier.

Beschreibung der in Fig. 1 bis 4 Tafel III. dargestellten Schneckenräder.

Das erste Rad, welches in Fig. 1 in einem Verticaldurchschnitte rechtwinklich zur Achse und in Fig. 2 in einem Durchschnitte in der Richtung der Achse dargestellt ist, war für eine Wasserhaltung in der Umgegend von Tours entworfen. Es hat vier Spiralwindungen A, A_1, A_2 und A_3 von derselben Form und Größe. Sie sind nach den Developpanten eines Kreises, welcher ein wenig kleiner, als die Welle B ist, geformt. Jeder Gang ist aus mehreren Blechen von 3,2 bis 3,4 Millimeter Stärke, welche in der gegebenen Krümmung auf einander genietet sein, gebildet und an den Seiten durch ähnliche Bleche geschlossen, in deren Ecken schmiedeeiserne Winkelbleche liegen, welche zur Verbindung dienen und mit ihnen vernietet sind. Das ganze System ist auf ein gußeisernes Wellenmittel C aufgeschoben, welches auf der einen Seite eine Scheibe bildet, während die andere zum Austritt des Wassers, welches nach und nach von jedem Schraubengange zugeführt wird, offen erhalten ist. Dieses Wellenmittel ist auf der Welle B befestigt, welche durch ein großes Stirnrad D, das in ein Getriebe E auf der Triebwelle der Dampfmaschine greift, getrieben wird.

Der Anblick der Fig. 1 zeigt, daß jeder Spiralgang, indem er in das Reservoir F eintaucht, eine gewisse Quantität Wasser aufnimmt, die in dem Maße, wie sich das Rad dreht, in das Innere der Windungen eintritt und sich dabei natürlich bis gegen das Mittel erhebt, wo es einen Austritt findet, um in dem Gerinne G abzufließen. Es ist klar, daß man das Rad so aufstellen muß, daß die Enden der Windungen oder die Eintrittsöffnungen möglichst nahe am Boden wegstreichen, damit die Entwässerung möglichst voll-

ständig vollzogen werden könne und hieraus geht hervor, daß bei jeder Umdrehung die gehobene Wassermenge abnehmen müsse, weil sich nämlich der Wasserspiegel senkt.

Bei dem zweiten Schöpfrade, welches in Fig. 3 und 4 dargestellt ist und nur zwei Windungen hat, hat Cavé eine sehr bemerkenswerthe und einflußreiche Abänderung angebracht. Statt jeder Windung die wahre Spiral- oder Developpantenform zu geben, hat er diese Curve zurück gekrümmt, so daß sie beim Eintritte eine geringere Weite besitzt. Die Weite a b der Oeffnung ist bedeutend enger, als diejenige des innern Schraubenganges und diese Einrichtung, die übrigens zum Theil auch schon bei dem ersten Rade existirt, ist ganz rationell, wenn man bedenkt, daß der Austritt nothwendigerweise etwas beengt ist und daß man deshalb sehr weite Eintrittsöffnungen vermeiden muß, damit die erstere Oeffnung das Wasser der Letzteren auszugießen vermöge. Cavé hat, um eine noch größere Austrittsöffnung zu gewinnen, das Radmittel C auf beiden Seiten geöffnet und dasselbe besteht daher aus einem cylindrischen, auf der Welle B befestigten und an den Seiten von 4 Armen getragenen Muffe. Die Arme lassen zwischen sich Durchgänge und tragen gewölbte Ausgußtrichter H.

Da dieses Rad von den Straßen- und Brückenbau-Ingenieurs zur Wasserhaltung für verschiedene Localitäten bestimmt war, und daher für Bassins von verschiedenem Niveau geeignet sein mußte, so ist bei der Construction darauf Rücksicht genommen worden, es beliebig heben oder senken zu können, je nachdem dies die Tiefe des Reservoirs verlangte. Statt es auf gemauerten Lagern oder einem festen Gerüste aufzustellen, ist es im Gegentheil von Pfählen I getragen, welche man ausziehen und anderswo wieder aufstellen kann. Da es jedoch nun nicht immer möglich sein wird, daß die liegende Welle der Dampfmaschine genau in der Höhe des Getriebes E gelagert werde, welches in das Rad D greift, so ist es zweckmäßig eine Art Universalgelenk J anzuwenden, um die Maschinerie möglichst zu schonen.

Bei der Anwendung dieses Rades in Andresy bei Poissy hat Cavé die Maschine eines Dampfbaggers, welcher gewöhnlich in dieser Gegend zum Dienste auf der Seine verwendet wird, als Betriebsmaschine benutzt. Er läßt alsdann die Welle des Getriebes nicht durch die Kuppelung, sondern durch die Schnurscheibe K treiben, über welche eine Schnur von 5 bis 6 Centimeter Dicke mit mehreren Umschlägen gelegt wird. Diese Schnur ist über eine ähnliche, auf der Welle der Dampfmaschine aufgesteckte Scheibe gelegt und wenn sie gehörig gespannt ist, so überträgt sie eine Kraft von 30 Pferden und mehr.

Leistung der Schneckenräder.

Wenn man das Niveau m n des Wassers in dem auszuschöpfenden Bassin und die Tiefe c d, bis zu welcher das

Rad in dasselbe eintaucht, so wie die Dimensionen und die Geschwindigkeit, mit welcher es umläuft, kennt, so kann man ziemlich annähernd die Wassermenge berechnen, welche ein solches Rad in einer gegebenen Zeit zu heben im Stande ist, wenn es unausgesetzt und regelmäßig in Thätigkeit ist.

Der Durchmesser des Rades Fig. 3 beträgt ungefähr 7 Meter, was einem Umfange von $7.3{,}14 = \overset{m}{21{,}98}$ entspricht. In vollem Gange macht es gewöhnlich 10 bis 12 Umdrehungen pro Minute, folglich ist seine Umfangsgeschwindigkeit, wenn wir blos 10 Umdrehungen annehmen.

$$10.21{,}98 = \overset{m}{219{,}80} \text{ pro Minute oder } \frac{219{,}80}{60} = \overset{m}{3{,}663}$$

pro Secunde.

Taucht nun das Rad ein Meter tief (cd) ein, so wird sich die Wassermenge, wie folgt ergeben. Die Radweite beträgt 1 Meter, die rechtwinkelige Entfernung zweier Schaufeln 0,75 Meter, der Querschnitt der Mündung also 0,75 Quadratmeter und, wenn sonach das Rad fortwährend in einer Wassertiefe von 1 Meter arbeitete, so würde die geschöpfte Wassermenge

$$3{,}663.0{,}75 = 2{,}74 \text{ Cubicmeter pro Secunde}$$

betragen. Allein während das Rad seine Umdrehung macht, schöpft es anfänglich, wo es einzutauchen beginnt, nur ganz wenig; diese Menge wächst dann in dem Maße, als es tiefer eintaucht, so daß man in der That als geschöpfte Wassermenge pro Umdrehung nur den Inhalt des Kreissegmentes mdn multiplicirt mit der Breite einführen kann.

Ist nun $cd = 1$ Meter, so ist $Bc = 2{,}5$ Meter und da $Bn = \overset{m}{3{,}5}$, so ergiebt sich $cn = \sqrt{Bn^2 - Bc^2} = \sqrt{3{,}5^2 - 2{,}5^2} = 2{,}45$ Meter, oder $mn = 2.2{,}45 = 4{,}9$ Meter. Nun ist der Inhalt des Kreissegmentes gleich dem

Inhalte des Kreissectors Bmdn weniger dem Dreiecke Bmn, daher hat man hier den Flächeninhalt des Segmentes

$$mdnc = 0{,}1375 - 6{,}125 = 2{,}0125 \text{ Quadratmeter,}$$

und die pro Umdrehung von jedem Spiralgange geschöpfte Wassermenge beträgt $2{,}0125.1 = 2{,}0125$ Cubicmeter. Da nun das Rad zwei Gänge hat und 10 Umdrehungen pro Minute macht, so liefert es bei der Eintauchung von 1 Meter

$$2.10.2{,}0125 = \text{ungefähr } 40 \text{ Cubicmeter pro Minute}$$
$$\text{oder: } 40.60 = 2400 \text{ Cubicmeter pro Stunde.}$$

Doch taucht es mitunter tiefer, als um 1 Meter ein, z. B. 1,2 bis 1,3 Meter und dann vermehrt sich natürlich die geschöpfte Wassermenge. Cavé versichert, bei 10 bis 12 Umdrehungen mitunter bis 80,000 Cubicmeter Wasser in 24 Stunden gehoben zu haben, was einer Menge von $\frac{80{,}000}{24} = 3333$ Cubicmeter pro Stunde entspricht. Bei einer mittleren Betriebskraft von 30 Pferdekräften beträgt die mittlere Hubhöhe ungefähr 2 Meter, sonach die Leistung $\frac{3000.2.1000}{60.60} = 1666$ Meterkilogrammes pro Secunde und der Wirkungsgrad $\frac{1666}{30.75} = \frac{1666}{2250} = 74$ pro Cent., wenn man 3000 Cubicmeter als die mittlere Wassermenge ansieht.

Perronet hat ein Schneckenrad mit 24 krummen Schaufeln angewendet, dessen äußerer Durchmesser 2,6 Meter maß. Wenn dasselbe 0,24 Meter tief eintaucht, so ertheilten ihm 12 Mann, welche auf ein Steckenrad an derselben Welle wirkten, $2^1/_2$ Umdrehung pro Minute und hoben 123 Cubicmeter Wasser pro Stunde.

Cavé baut solche Räder ganz von Eisen zu 1 Franc pro Kilogramm.

Public. Industr. 6 Vol.

Mittelschlägige Wasserräder

mit verlängerten geraden Schaufeln und Kropf

von

Cardier und Armengaud ainé in Paris.

Mit Abbildungen auf Tafel III.

Man hat die Kropfräder gewöhnlich ganz aus Holz oder aus Holz und Gußeisen hergestellt, und ihnen wohl auch Blechschaufeln gegeben. In Armengaud's Publication Industrielle vol. 6 werden zwei in mehreren Stücken abweichende Constructionen beschrieben, die wir hier nach dieser Quelle mittheilen.

Die auf Tafel III. in Figur 5 und 6, und 9 und 10 dargestellten beiden mittelschlägigen Wasserräder unterscheiden sich von der gewöhnlichen Construction zunächst dadurch, daß sie keine Bodenschaufeln haben, dafür aber ihre Schaufeln eine bedeutende Länge erhalten haben.

Ueberall, wo man das Wasser bei mittelschlägigen Rädern durch einen Ueberfall von höchstens 24 bis 28 Centimeter Höhe einführen kann, ohne bei dieser Anordnung zu übergroßen Dimensionen gezwungen zu sein, da wird man wohl thun, die jetzt übliche Construction beizubehalten. Wenn aber die Wassermenge sehr bedeutend ist, die Radweite dagegen nur gering angenommen werden kann, man also genöthigt ist, Ueberfallshöhen von 30 und mehr Centimeter anzunehmen, dann müssen auch die Schaufeln mehr Tiefe erhalten und dürfen nicht so eng stehen, man muß ferner den Radboden weglassen, um keine Reaction auf die Welle befürchten zu müssen und man gelangt so zu einer Construction wie die in Fig. 5 und 9 dargestellten.

Wasserrad von Gußeisen und Holz. Das in Fig. 5 dargestellte Rad treibt eine Mühle mit vier Gängen bei Chalon-sur-Saône. Das Gefälle, für welches es bestimmt ist, variirt zwischen 1 und 1,6 Mtr.; wenn das Gefälle gering ist, ist die disponible Wassermenge bedeutend, vermindert sich aber, wenn das Gefälle steigt. Man hat also eine Schütze herstellen müssen, welche eine sehr bedeutende Stärke des Wasserstrales gestattete; die feste gußeiserne Ueberfallsschwelle A liegt über 80 Centimeter unter dem oberen Wasserspiegel und die hölzerne Schütze B ist lang genug, um auf diese Tiefe abzuschützen. Sie wird übrigens, wie gewöhnlich, mittelst zweier gezahnten Stangen a und eingreifender Rädchen b, welche auf einer auf dem Schützenholme C aufgelagerten Welle sitzen, gezogen.

Die Welle D ist von Gußeisen und hohlgegossen; sie ist rund in der Mitte stärker und durch vier dicke Ribben verstärkt, welche an der Auflagerungsstelle der Arme höher hervorragen. Die Zapfen dieser Welle liegen in Lagern von Gußeisen mit broncenen Lagerbacken, Fig. 6; sie haben 13 Centimeter Durchmesser und 15 Centimeter Länge, hätten also vielleicht zweckmäßiger mehr Länge erhalten können. Da es nämlich im Allgemeinen gut ist, den Zapfen von Wasserradwellen und anderen Wellen, welche bedeutendere Kräfte zu übertragen haben, größere Längen zu geben, als wie gewöhnlich geschieht, weil die Reibung dieser Zapfen in den Lagern nicht von der Länge derselben, wohl aber von ihrem Durchmesser und ihrer Geschwindigkeit abhängt, so wird man also durch Vermehrung der Länge nicht nur die Abnutzung vermindern, indem der Druck sich auf eine größere Fläche vertheilt, sondern auch weniger mechanische Arbeit verlieren*).

Da das Rad keine größere Weite als 2,5 Meter hat, so werden die Schaufeln nur von zwei Kränzen getragen, welche mit den Armen E, deren acht vorhanden sind, aus einem Stücke gegossen sind. Um diese Kränze so leicht als möglich zu machen, sind in die Zwischenräume zwischen den Stelzen G ausgenommene Stellen vertheilt, wie dies im Detail aus Fig. 7 hervorgeht. An den Befestigungspuncten der Stelzen bilden sie eine Art von rectangulären Kästen, in welchen diese sorgfältig eingetrieben und von innen durch hölzerne Keile von 10 Centimeter Höhe angezogen sind.

*) Vergleiche den folgenden Aufsatz.

Chapelle hat es bei seinen sich sehr gut bewährenden Rädern vorgezogen, die Stelzen seitwärts zu setzen, siehe Fig. 8 und sie durch einen Keil auf der Hinterfläche anzutreiben. Bei dieser Constructionsweise fällt das Einsetzen der Stelzen viel bequemer aus; sie sind schwalbenschwanzförmig eingelegt und da der Keil in der Richtung des Radius wirkt, so dürfte auf diese Weise noch sicherer dem Schlottrigwerden vorgebeugt sein. Diese Befestigungsweise scheint also sehr zweckmäßig, vorzüglich wenn die Stelzen nicht nach innen verlängert zu werden brauchen.

Da bei dem zu beschreibenden Rade die Schaufeln H sehr lang sein mußten, so war es unumgänglich nöthig, sie nach innen zu verlängern, damit die Schaufeln sowohl inner- und außerhalb von dem Kranze unterstützt waren; ohne dieses würden sie nicht die gehörige Solidität besessen haben, selbst wenn man sie außen durch eiserne Bögen abgesteift hätte. Die Stelzen sind ebenfalls so verlängert, so daß sie dieselbe Breite, als die Schaufeln haben, nämlich 1,3 Meter. Sie sind von Eichenholz und sind an dem Kranze 11 Centimeter stark und 8 Centimeter breit.

Auch die Schaufeln sind von Eichenholz und aus vier 2,5 Meter langen, 32½ Centimeter breiten und 3 Centimeter dicken Bretern zusammengesetzt, welche auf die Stelzen aufgeschraubt sind.

Dieses Rad macht nicht mehr als als vier Umdrehungen pro Minute; es überträgt seine Bewegung durch einen gezahnten gußeisernen Kranz I, der aus mehreren durch Schrauben zusammenverbundenen Theilen besteht und auf die Arme E der einen Seite befestigt ist. Jedoch ist ein Kranz von Holz e (Fig. 6) dazwischen gelegt, der durch dieselben Schrauben mit den Radarmen verbunden wird, und welcher den nöthigen Raum für das Getriebe J bewirkt, so daß dieses bei seiner Bewegung weder an die Ribben der Radarme stößt, noch durch die Nabe gestört wird.

Seit diese fortwährend in Gang begriffene Mühle aufgestellt ist, hat sich dieses Rad noch in nichts lose gemacht; es sind trotz des starken Aufschlagsquantums noch keine Reperaturen nöthig geworden, die große Schaufelhöhe gestattet bei der geringen Umdrehungsgeschwindigkeit, welche das Rad besitzt, daß dasselbe oft bis 70 und 80 Centimeter tief im Unterwasser badet.

Wasserrad von Guß- und Schmiedeeisen. In Fig. 9 und 10 ist ein Wasserrad abgebildet, welches von denselben Ingenieurs für eine Mahlmühle mit vier Gängen in Alençon erbaut worden ist. Es unterscheidet sich von dem vohergehenden dadurch, daß blos die Schaufeln, welche ebenfalls sehr hoch sind, von Holz sind, ebenso

wie die Welle; die Arme, Kränze und Stelzen sind aber in Schmiedeisen construirt, und die Radnabe in Gußeisen. Auch die Beaufschlagung ist abweichend; die Schütze besteht nämlich aus zwei Theilen, wovon die untere B bis auf die gußeiserne Schwelle des Kropfes hinabreicht, die obere dagegen B' sich über den Oberwasserspiegel erhebt. Bei dieser Einrichtung kann man den Aufschlag theils durch eine Ueberfall-, theils durch eine Spannschütze bewirken; Ersteres, wenn das Wasserquantum nicht sehr beträchtlich ist, Letzteres dagegen wenn ein sehr großer Aufschlagv orhanden ist, und da in dieser Hinsicht sehr häufige und fühlbare Variationen eintreten, so hat es zweckmäßig geschienen, solch eine doppelte Schütze anzubringen, welche auch in der That den beabsichtigten Zweck sehr gut erfüllt. Jede wird besonders in Bewegung gesetzt; die erstere durch die gezahnten Stangen a mit Rädchen b, die zweite durch die kürzeren Zahnstangen a' mit den auf entgegengesetzter Seite eingreifendenRädchen b.

Wenn man die Zeichnung vergleicht, so springt sogleich in die Augen, daß die Construction dieses Rades wenig von derjenigen abweicht, welche häufig bei den Schaufelrädern der Dampfschiffe angewendet wird; nur sind dort meist die Arme wegen der Stöße, die sie beim Gange in Strömungen u. dergl. erleiden, aus gut ausgeschweißtem Eisen gefertigt. Hier hat die hölzerne Welle 58 bis 60 Centimeter Stärke und ist achteckig abgerichtet. Sie trägt am Ende das Stirnrad I, welches durch Preßschrauben, die gegen eingelassene Legeisen e drücken, festgemacht ist. Fig. 10.

Die Radnaben E von Gußeisen, welche auf der Welle festgekeilt sind, haben vorspringende Ribben und sind für 15 flache schmiedeeiserne Arme G bestimmt, welche die Radarme vertreten und zugleich für die Hälfte der Schaufeln als Stelzen dienen. Diese Arme sind untereinander gegen das Mittel hin durch zwei Ringe d von Flacheisen von gleicher Stärke, und am äußern Umfange durch zwei ähnliche, aber stärkere Ringe d' verbunden. Die hölzernen Schaufeln H sind daran mit Hakenschrauben c, welche in Fig. 11 näher dargestellt sind, befestigt; ihr umgebrochener Kopf greift hinter dem Arme herum und die Mutter mit der Stoßscheibe liegt auf dem Holze fest. Da das Rad 30 Schaufeln zählt, so sind die übrigen 15 an Stelzen oder kürzeren Armen G' befestigt, welche nur zwischen den beiden Ringen liegen, auf welchen sie festgeschraubt sind.

Es geht aus dieser Beschreibung hervor, daß diese Construction, welche mehrfache Nachahmung gefunden hat, ein zu seiner Größe verhältnißmäßig sehr leichtes Rad giebt und dabei doch alle wünschenswerthe Solidität gewährt. Da der größere Theil von Metall ist, so ist es weniger geneigt, locker zu werden, und wenn Alles richtig entworfen und zweckmäßig angeordnet ist, so wird die Ausführung und Aufstellung sehr einfach und billig; man hat nur Flacheisen von 15 bis 20 Millimeter Stärke auf 53 bis 60 Millimeter Breite auszuwählen und der Länge nach in Arme und Stelzen zu zerschneiden, darein die Schraubenlöcher für die Schrauben zu stoßen, welche sie auf den Naben und Kranzringen befestigen, und diese zu centriren; alsdann ist das Aufschrauben ebenfalls höchst einfach und kann sehr schnell vollzogen werden.

Ein solches Rad wird nach Armengaud für 1 franc bis 1 fr. 10 cent. pro Kilogramme anzufertigen sein. Das beschriebene Rad hat nur 1 fr. gekostet; sein Totalgewicht, nämlich dasjenige der gußeisernen Naben, der schmiedeeisernen Arme und Stelzen, sowie der Kränze und Schrauben erhebt sich nicht über 3270 Kilogrammes.

Auch der folgende Bericht über Versuche mit einem mittelschlägigen von Cartier und Armengaud ainé zu Dugny bei Paris erbauten Rade, welche in Gegenwart des Divisionsinspectors der Bergwerke Garnier von den Ingenieurs Rudler, Antiq und de Caligny (als Berichterstatter) angestellt wurden, dürfte nicht uninteressant sein.

Diese Versuche wurden deshalb angestellt, weil der Besitzer auf Antrieb eines Zimmermeisters aus der Umgegend, welcher behauptete, daß das Rad eine zu geringe Leistung gebe, und sich erboten hatte, ein solches mit einem um 50 Procent höherem Wirkungsgrade zu erbauen, den ausführenden Ingenieurs Vorwürfe machte, und im Begriffe stand, das Rad wegzureißen und von jenem erfahrenen Zimmermeister dafür ein besseres hinsetzen zu lassen.

Der vollständige Bericht ist in dem Bulletin de l' Academie des Sciences abgedruckt, welcher er 1845 von Caligny vorgelegt wurde. Er beginnt:

Es ist noch nicht lange her, daß man die mittelschlägigen Wasserräder, weit entfernt es für nützlich zu halten, sie zum Theil in das Unterwasser eintauchen zu lassen, über einem Sprunge im Gerinne aufhing. Coriolis und Belanger wießen nach, daß das ein Fehler sei und ihre Ansicht beginnt um sich zu greifen. Es dürfte daher nützlich sein, die hauptsächlichsten Resultate einer Versuchsreihe mit einem solchen Rade zu veröffentlichen.

Dieses Rad hat 4,68 Meter äußeren Durchmesser und 3,6 Meter Weite; es zählt 40 Schaufeln mit 56 Centimeter Höhe, welche auf 43 Centimeter Länge radial stehen, während die übrige Länge durch die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks von 19 Centimeter gebildet wird. Es ist so hoch als möglich in einen gemauerten Kropf eingelegt; eine Ueberfallsschütze führt das Wasser auf das Rad. Der krummlinige Boden des Rades ist mit Bretern verschlossen bis auf eine Spalte von 6 Centimeter Weite zum Austritt der Luft aus jeder Zelle; die Geschwindigkeit scheint nicht merklich auf das Ausflußquantum der Ueberfallsschütze von Einfluß zu sein. Die Schaufeln tauchten 3 Decimeter tief in das Unterwasser. Das Gefälle betrug 1,33 Meter und

das Wellenmittel lag 71 Centimeter über dem Oberwasserspiegel. Die Normalgeschwindigkeit der Fabrik verlangte, daß das Ende der Schaufeln ungefähr 1,06 Meter Weg pro Secunde durchlaufe.

Es ist nöthig, in einige Specialitäten über die Art und Weise der Wassermessung einzugehen, da dieses der delicateste Punct von dieser Art von Experimenten ist. Die Schütze ist eine gewöhnliche, dem Ufer parallele Schütze, weit genug entfernt oberhalb vor dem Rade in der Seitenmauer, welche das Wasser anstaut. Ein Ableitungscanal ist, wie gewöhnlich unterhalb dieser Schütze angebracht, welche selber ein wenig unterhalb eines 19 Centimeter hohen Sprunges eingebaut ist, der mit diesem Canale durch die Sohle des Flusses gebildet wird. Dieser Canal krümmte sich scharf auf eine Länge, welche noch nicht der doppelten Breite der Schütze gleich kam, so daß sich ein ziemlicher Aufstau bildete, welcher stets wenigstens bis in die Höhe des Sprunges reichte und öfters den Wasserstrahl bedeckte. Der Fluß war im Verhältniß zur Schütze breit genug, um seine Geschwindigkeit hinsichtlich der Ausflußcoefficienten vernachläßigen zu können. Rudler hatte zu einer Zeit, wo das Ausflußquantum weit größer war, gefunden, daß die mittlere Maximalgeschwindigkeit nur 0,358 Meter pro Secunde betrug. Wir haben geglaubt, daß der Aufstau, von welchem so eben gesprochen wurde, mehr als hinreichend gewesen sei, um diesen Einfluß zu compensiren, da zunächst hier die Rechnung nur darauf zu führen war, daß das Aufschlagquantum des Flusses nicht zu niedrig angeschlagen werde, um keine Täuschung hinsichtlich des Wirkungsgrades des Rades zu verursachen.

Wenn die Schütze um 37,5 Centimeter gezogen war, blieb der Wasserspiegel oberhalb constant, er berührte die horizontale Krone der Seitenmauer, so daß die Schütze während der hinreichend langen Dauer der Wassermessung das ganze Wasserquantum abführt.

Da der Sprung ein wenig oberhalb der Schütze war, in Folge der Säulen der Letzteren, so hat Rudberg, um Nichts zu vernachläßigen, die Entfernung zwischen dem Scheitel dieses Sprunges und der Schwelle der Schütze gemessen und fand ihn zu 0,207 Meter. Die Weite der Mündung betrug 1,26 Meter und der obere Wasserspiegel stand in der constanten Höhe von 0,615 Meter über dem Sprunge. Unter diesen Verhältnissen hat man nach den Versuchen von Poncelet und Lesbros gefunden, daß das Ausflußquantum 494 Liters pro Secunde betrug, was bei dem vorhandenen Gefälle 8,76 Pferdekräfte oder 657 Dynamics pro Secunde beträgt.

Unmittelbar nachdem diese Schütze geschlossen war, bestimmten wir die Mündungshöhe der Ueberfallsschütze bei dem Rade, welche ebenfalls das ganze Wasserquantum des Flusses zum Ausfluß gelangen ließ, während der Wasserspiegel dieselbe horizontale Mauerkrone bespülte und das Rad seine gewöhnliche Umdrehungsgeschwindigkeit besaß. Da der dynamometrische Brems schon im Voraus aufgebracht worden war, um keine Zeit zu verlieren, so haben wir ihn sofort angewendet, ob er gleich nicht auf der Welle des Rades selbst, ja nicht einmal auf einer zweiten horizontalen Welle, sondern erst auf einer dritten verticalen Welle aufgebracht war. Während der ganzen Dauer des Bremsversuches revidirten zwei von uns abwechselnd, ob das Wasser nicht über die horizontale Mauerkante lief, so daß, wenn ja eine, übrigens gewiß nur unbedeutende Differenz im Aufschlagsquantum vorgekommen sein sollte, diese höchstens zum Nachtheil für den Nutzeffect des Rades ausfallen konnte, wie es auch in der That die Experimente beweisen, bei denen der Wirkungsgrad immer abnimmt. Wir haben diese geringen Differenzen Geschwindigkeitszunahmen in der Umdrehungszahl des Rades zugeschrieben, welche Geschwindigkeit übrigens bei jedem Versuche gleichförmig erhalten wurde.

Während der ganzen Dauer unserer Arbeiten hatte einer der oberhalb gelegenen Müller einen Theil des Wassers aufgestaut. Dieser Umstand, den wir haben sicher bestätigen lassen, verringerte die Kraft des Rades, welches für wenigstens drei Gänge nebst zugehörigen Maschinen berechnet ist, in dem Maße, daß nur zwei Gänge getrieben wurden, während die passiven Widerstände doch zum Theil constant blieben.

Der mittlere Wirkungsgrad unserer funfzehn Versuche nach dem auf der dritten Welle gemessenen Nutzeffecte ist 0,7876; er betrug nur 0,77 bei den neun letzten Versuchen, wo das Rad mit seiner gewöhnlichen Geschwindigkeit umging, erhob sich aber bei den sechs ersteren auf 0,817 im Mittel und, wenn man den Maximalwerth von 7,31 Pferdekraft nimmt, auf 0,834. Man müßte hierzu noch die Reibungen addiren, welche durch das doppelte Vorgelege verursacht werden, um wirklich die Leistung zu haben, welche auf der Wasserradwelle disponibel ist, um darnach eine Vergleichung mit andern Motoren vornehmen zu können, wahrscheinlich würde sich dann der Wirkungsgrad auf 0,9 erhöhen. Diese Berechnung würde um so wichtiger sein, da diese dritte Welle zwischen 26 und 32 Umdrehungen macht, also viel schneller geht, als die Wasserradwelle, deren Normalgeschwindigkeit nur 4,32 Umdrehungen entspricht.

Die Maximalleistung fand bei 27 Umdrehungen der verticalen Welle statt; bei 26,5 Umdrehungen hatte man 7,18 Pferdekräfte; bei 26 Umdrehungen pro Minute nur 7,05; bei 29 Umdrehungen wurden 6,86 Pferdekräfte und endlich bei 32 Umdrehungen nur 6,59 Pferdekräfte beobachtet.

Nach alle dem muß man den mittelschlägigen Kropfrädern einen Wirkungsgrad zugestehen, der von wenig Mo-

toren in der Praxis übertroffen werden dürfte; sie genießen überdies des Vorzuges, sehr veränderliche Aufschlagsmengen benutzen zu können.

Tabellarische Uebersicht der Versuchsergebnisse.

Nummer des Versuches	Zahl der Umdrehungen der vert. Welle	Senkrechter Weg des Gewichtes	Belastung des Bremses	Dynamies pro Minute	Effective Leistung in Pferdekräften
	pro Min.	pro Min.			
1	26,5	8,62	62,5	538,75	7,18
2	27	8,78	62,5	548,75	7,31
3	26	8,46	62,5	528,75	7,05
4	26,5	8,62	62,5	538,75	7,18
5	26	8,62	62,5	538,75	7,18
6	26	8,46	62,5	528,75	7,05
7	29	9,44	54,5	514,48	6,86
8	29	9,44	54,5	514,48	6,86
9	30	9,76	52,5	512,40	6,83
10	30	9,76	52,5	512,40	6,83
11	30,5	9,92	50,5	500,96	6,68
12	31	10,09	49,5	499,45	6,65
13	31,8	10,35	49,5	512,32	6,77
14	32	10,41	47,5	494,47	6,59
15	32	10,41	47,5	494,47	6,59

Armengaud, Publ. Ind. Vol. 6 livr. 2.

Ueber die Stärke der Zapfen bei liegenden Wellen.

So wichtig dieser Gegenstand für den Maschinenbauer ist, so wenig Aufmerksamkeit ist ihm doch in der That von Seiten der Theoretiker geschenkt worden. Auch weichen die Angaben, welche man hierüber findet, oft recht bedeutend unter einander ab.

So giebt Morin zur Bestimmung des Zapfendurchmessers die Formel

$$d^3 = \frac{Pl}{368125}$$ für Gußeisen bei geringer Wartung,

$$d^3 = \frac{Pl}{560000}$$ für Gußeisen bei guter Wartung,

$$d^3 = \frac{Pl}{450000}$$ für Schmiedeeisen bei guter Wartung,

wo l die Länge des Zapfens in Metern und P den Druck auf denselben in Kilogrammes bedeutet. Er führt überdies an, daß die Länge der Zapfen ihrem Durchmesser gleich angenommen werde.

Claudel leitet aus Buchanan's Versuchen die Formel

$$d = K \sqrt[3]{P}$$ für Gußeisen und

$$d = 0{,}863 \sqrt[3]{P}$$ für Schmiedeeisen

ab, worin d den Durchmesser in Centimetern

K einen veränderlichen, nach Buchanan zwischen 0,87 und 0,95, nach Tredgold zwischen 0,71 und 0,85 schwankenden Coefficienten bedeutet, welcher einer besseren oder minder guten Schmierung entspricht; unter P aber der Druck auf das Zapfenlager in Kilogrammes verstanden wird.

Nach Claudel wird die Länge gewöhnlich 1,2 mal so groß angenommen, als der Durchmesser und bei schmiedeeisernen schwachen Zapfen 1,5 mal so lang.

Salzenberg giebt die Formeln

$$d = \frac{1}{8} \sqrt[3]{lP}$$ für Gußeisen und

$$d = \frac{1}{9} \sqrt[3]{lP}$$ für Schmiedeeisen

wenn unter l die Länge in rheinischen Zollen und unter P der Druck in Pfunden verstanden, und der Durchmesser in Zollen gesucht wird.

Er leitet dann aus Tredgold's Angabe, daß der Quadratzoll der Berührungsfläche nicht mit mehr als 1500 Pfd. belastet sein solle, das Längenverhältniß

$$l = 0{,}8\,d$$ bei Gußeisen

und $$l = 0{,}88\,d$$ bei Schmiedeeisen

ab und giebt für dieses Verhältniß

$$d = \frac{1}{26{,}8} \sqrt{P}$$ bei Gußeisen und

$$d = \frac{1}{28} \sqrt{P}$$ bei Schmiedeeisen,

läßt aber den Coefficienten bei gußeisernen Zapfen bis zu $^1/_{24}$ und bei schmiedeeisernen bis zu $^1/_{25}$ wachsen, wenn weniger sorgfältige Wartung vorauszusetzen ist.

Weisbach findet $d = \sqrt[3]{\frac{32\,Pl}{\pi k}}$

und leitet hieraus unter der Voraussetzung, daß die Zapfenlänge dem Durchmesser gleich sei, die Formel

$$d = \sqrt{\frac{32}{\pi k} P} = 0{,}048 \sqrt{P}$$ für Gußeisen

ab, wo die Zapfenstärke in Zollen, der Druck in Pfunden einzuführen sind. Das Resultat weicht sehr wenig von der Angabe Salzenbergs ab.

Vergleichen wir aber mit obigen Formeln die Dimensionen, welche die besten in und ausländischen Maschinenfabriken wählen, so zeigt sich in der Regel eine sehr wesentliche Differenz. Nicht nur ist die Zapfenstärke öfters an sich geringer angenommen, sondern sie ist wesentlich deshalb geringer, weil die Zapfen eine bedeutend größere Länge zu erhalten pflegen. Die Theorie verlangt aber eine mit der Cubicwurzel der Länge wachsende Stärke und statt, daß also bei längeren Zapfen eine geringere Stärke gestattet wäre, sollte dieselbe viel mehr mit der Länge der Zapfen wachsen.

Wie erklärt sich nun diese Discrepanz zwischen Theorie und Praxis?

Einfach dadurch, daß bei der Bestimmung der Zapfenstärken die Theorie nur die Festigkeit zu berücksichtigen vermag, während vielleicht hier die Abnutzung ein eben so, wo nicht noch wichtigerer Gesichtspunct sein sollte. Indessen sei es erlaubt, hier auch noch auf einige andre etwas gezwungen erscheinende Voraussetzungen der Theorie aufmerksam zu machen.

Wir sehen die Zapfen als an dem einen Ende (dem Wellenende) eingemauerte Balken an und denken uns die brechende Kraft, als welche der Druck auf den Zapfen anzusehen ist, entweder am Ende desselben (z. B. nach Salzenberg) oder (gleichförmig auf denselben vertheilt, also z. B. nach Weisbach) im Mittel wirkend angebracht. Erstere Annahme scheint weniger natürlich, als die zweite; auch führt die Letztere auf Verhältnisse, welche sich besser der Praxis anschließen. *)

Folgt man z. B. der Entwickelung Weisbach's (Ingenieur und Maschinenmechanik Bd. II. S. 161) so hat man alsdann $\frac{Pl}{2} = \frac{\pi}{4} r^3 K$ oder K zu 6000 für Gußeisen angenommen, $Pl = 12000 . \frac{\pi}{4} . r^3 = 9400 r^3$ und $r = \sqrt[3]{\frac{Pl}{9400}} = 0{,}0474 \sqrt[3]{Pl}$. Wird hierauf die Länge $= 1{,}5$ mal dem Durchmesser $= 1{,}5 d$ angenommen, so ergiebt sich $d = 0{,}03573 \sqrt{P}$.

Das Verhältniß der Länge des Zapfens zu seiner Stärke sucht Salzenberg (Vorträge über Maschinenbau S. 49) folgendermaßen abzuleiten. Tredgold fordert, daß der Quadratzoll Berührungsfläche nicht über 1500 Pfd. belastet sei. Indem Salzenberg nun voraussetzt, daß die Berührungsfläche des Zapfens $^3/_4$ des Durchmessers zur Breite habe, erhält er die Bedingungsgleichung $1500 . {}^3/_4 d l = P$ oder $l = \frac{P}{1123 . d}$ und die Verbindung dieser Gleichung mit der erst schon abgeleiteten Gleichung zwischen P, l, und d ergiebt alsdann das Verhältniß $\frac{l}{d}$. Wollen wir für einen Augenblick diese Annahme gelten lassen, so würde folgen

$$l = \frac{P}{1125 . d} = \frac{P}{1125 \sqrt[3]{\frac{8 Pl}{9400}}} = 0{,}00938 \sqrt[3]{\frac{P^2}{l}}$$

$$\text{oder } l = 0{,}03014 \sqrt{P} \text{ oder } = 0{,}03 \sqrt{P}$$

woraus wieder $d = \frac{P}{1125 l} = \frac{\sqrt{P}}{33{,}75} = 0{,}02963 \sqrt{P}$

$$\text{oder nahe zu } d = l = 0{,}03 \sqrt{P}$$

folgen würde.

Allein diese Voraussetzung, daß die Berührungsfläche des Zapfens mit dem Lager drei Viertel der Zapfenstärke zur Breite habe, ist kaum zu rechtfertigen. So lange der Zapfen ganz neu ist und ruhig liegt oder sich nur sehr langsam dreht, kann man vielleicht diese Annahme statuiren, aber Jedermann weiß, daß bei ausgearbeiteten Zapfen die Berührung streng genommen nur in einer geraden Linie stattfindet. Demgemäß müßte man den Zapfen möglichst lang zu machen suchen, um dadurch den Druck mehr zu vertheilen und nur eine geringere Abnutzung befürchten zu müssen.

Armengand *) giebt folgende Formel, die er nach derjenigen von Buchanan auf metrisches Maß und Gewichtssystem reducirt hat,

$$d = 3 \sqrt[3]{P} \text{ für Gußeisen}$$

wenn der Druck P in metrischen Centnern zu 100 Kilogr. gegeben ist und die Zapfenstärke d in Centimetern gesucht wird; für Schmiedeeisen soll der gefundene Durchmesser mit 0,863 multiplicirt werden.

Zur Vergleichung mit den obigen Formeln lassen wir letztere für das preußische Maß und Gewichtssystem folgen. Hier ist

$$d = 0{,}1919 \sqrt[3]{P}$$

wenn d, wie früher in Zollen und P in Pfunden gegeben sind.

Zur Prüfung seiner Formel läßt Armengaud folgende Tabelle folgen, in welcher die Durchmesser der Zapfen verschiedener seit längerer Zeit gehender Wasserräder neben den nach dieser Formel berechneten Stärken aufgeführt werden.

---

*) So eben erhalten wir „Redtenbachers Resultate für den Maschinenbau“ und finden darin folgende Formel:

Für gußeiserne Zapfen:

$$d = 0{,}18 \sqrt{P}$$
$$l = 0{,}87 + 1{,}21 d$$

Für schmiedeeiserne Zapfen:

$$d = 0{,}12 \sqrt{P}$$
$$l = 0{,}87 + 1{,}21 d.$$

Der Druck P ist in Kilogrammes, die Zapfenlänge l und der Durchmesser d (wahrscheinlich) in Centimetern gegeben.

Wir theilen diese Formel mit, weil sie von den übrigen durch Einführung einer constanten Größe in dem Ausdrucke für die Zapfenlänge abweicht, ohne freilich den Grund für dieses constante Glied verstehen zu können. Es ist zu bedauern, daß Hr. Prof. Redtenbacher nirgends angeführt hat, auf welchen Prinzipien seine Angaben beruhen.

*) Publication Industrielle vol. II., 10 livr.; auch wieder abgedruckt in seinem Traité prat. des Moteurs Hydrauliques et à Vapeur. Paris 1844.

Bezeichnung des Rades	Aeußerer Raddurchmesser	Innere Radweite	Gesamchtgewicht	Stärke des Zapfendurchmessers		Zapfenmetall	Bemerkungen
				wirkliche	berechnete		
	Meter	Meter	Kilogr.	Cent.	Cent.		
Gußeisernes Zellenrad in Guebwiller	9,10	3,155	30500	20,4	20,1	Gußeisen	geht seit 10 Jahren
Gußeisernes Zellenrad in Vogelbach	—	—	44000	21,6	22,5	desgl.	geht seit 12 Jahren
Engl. hölzernes Rad	7,32	3,66	21520	17,8	17,8	desgl.	Siehe Buchanan
Engl. gußeisernes Rad	4,88	2,44	14980	16,8	15,9	desgl.	id. der Zapfen brach wegen schlechten Eisens
desgl.	4,88	1,83	10900	17,8	14,2	desgl.	Siehe Buchanan
"	9,76	1,37	21800	—	17,9	desgl.	desgl.
desgl. hölzernes Rad	4,88	2,75	9580	15,0	13,8	desgl.	desgl.
Gußeisernes Rad von Bellot	4,10	2,92	11000	10,0	12,0	verstähltes Eisen	geht ein Jahr
Hölzernes Rad von Perrot	12,35	1,00	13400	13,5	13,3	Schmiedeeisen	geht über 3 Jahr
Räder von Handucoeur aus Holz und Blech	3,25	3,10	9100	12,5	13,3	Gußeisen	das erstere geht über 7 Jahre
Gußeiserner Rad von Hall	6,56	0,82	—	10,5	—	desgl.	geht über 12 Jahre.

Diese Tabelle zeigt allerdings nur sehr geringe Abweichungen und empfiehlt die Annahme der zu Grunde gelegten Formel. Die Länge des Zapfens ist aber nicht mit darin enthalten und eben so wenig etwas Bestimmtes über das Verhältniß derselben zu der Zapfenstärke gesagt. Scheint aber nach alle dem so viel erwiesen zu sein, daß bei Berechnung der Zapfenstärken vielleicht mehr Rücksicht auf Abnutzung, als auf ihre Bruchfestigkeit zu nehmen sei, so dürfte ebendeshalb die Ansicht, längere Zapfen als nach den älteren Angaben anzuwenden, volle Beachtung verdienen. Die Reibung wird dadurch nicht vermehrt, wohl aber der Druck pro Flächeneinheit vermindert, daher läßt sich auch eine mindere Abnutzung erwarten. K. B.

An Encyclopaedia of Civil Engineering, historical, theoretical and practical,

by

Edward Cresy,

Architect and Civil Engineer.

In two volumes. London: Longman, Brown, Green and Longman 1847.

Ein nicht genannter „namhafter" Ingenieur hat vor einiger Zeit öffentlich bekannt gemacht, daß er das in der Aufschrift genannte Werk für das deutsche Publicum bearbeiten werde. Dies bewegt uns, diese allerdings nicht unwichtige ausländische Erscheinung in unsern Spalten zu besprechen; denn in der That scheint uns die Uebersetzung dieses Werkes, wie so manche andere in neuerer Zeit erschienene Uebersetzung französischer und englischer Werke, eine rein auf unsere deutsche Ehrfurcht vor Allem, was in einer andern Sprache geschrieben ist, basirte Speculation. Wahrlich die Nachsicht der Kritik gegen das Unwesen der Uebersetzungen geht oft zu weit. Davon abgesehen daß viele der übersetzten Werke die Uebersetzung kaum werth waren, sind wir auch überhaupt zu nachsichtig mit dem Schlendrian, mit welchem diese Uebersetzungen besorgt werden, ein Schlendrian, bei welchem nicht nur vorhandene Fehler des Originals nicht beseitigt werden, nein bei welchem sogar durch die Uebersetzung noch Undeutlichkeiten und Fehler hineingetragen werden.

Das zu besprechende Werk von Cresy soll eine Encyclopädie des Civil-Ingenieurwesens sein und gehört zu der Bibliothek von Encyclopädien, welche bei Longman, Brown etc. in London erscheinen. Es besteht aus zwei starken Bänden in groß Oktav, mit gegen 3000 ausge-

zeichneten Holzschnitten, ist elegant und sehr correct gedruckt und ist in seiner ganzen äußern Ausstattung ein ächt englisches Werk. Diese letztere Eigenschaft trifft aber leider auch den Inhalt und die Behandlung des ganzen Werkes und dürfte ihm, so günstig auch die englischen Recensionen davon sprechen, in Deutschland wenig Beifall erwerben. Man weiß, wie wenig Ordnung, Uebersichtlichkeit und System in den meisten englischen Werken ähnlicher Art zu finden ist, wie reich sie zwar an Material und schätzbaren Notizen sind, aber wie wenig dieses gesichtet und verarbeitet ist, man weiß, wie dürftig die wissenschaftliche Behandlung zu sein pflegt und mit welcher Eitelkeit nur das Inländische hervorgehoben, wenn nicht gar Fremdes dafür ausgegeben wird. Alle diese Eigenthümlichkeiten der englischen Litteratur finden wir in Cresy's Encyclopaedia of Civil-Engineering in hohem Grade vereinigt und schon hieraus wird hervorgehen, wie wenig sie sich zur Uebersetzung in's Deutsche eigne, doch wollen wir dieses unser Urtheil weiter begründen.

„Das Civilingenieurwesen muß fast nothwendigerweise mit der Erschaffung der Welt begonnen haben, und daß seine practische Nützlichkeit von den Alten vollkommen erkannt wurde, scheint in einer ihrer frühesten Mythen angedeutet zu werden. Denn als die Wasser, welche Thessalien bedeckten, abgeleitet, das Land zum Ackerbau eingerichtet und die Luft von ihren Miasmen und schädlichen Dünsten gereinigt werden sollte, da gab es keinen Sterblichen, welcher dem Werke gewachsen gewesen wäre und man flehte den Herkules an, das Haupt der Hydra abzuschlagen oder die Wasserläufe abzudämmen, welche die Ursache der Ueberschwemmung waren; aber vergebens waren die ersten Anstrengungen des Halbgottes, den Feind zu vernichten, zwei Häupter wuchsen herauf statt des einen abgeschlagenen und, bis nicht die Methode die Wunde auszubrennen entdeckt war, gelang es ihm nicht, seinen Zweck zu erreichen.

„Die Phönicier, Egypter, Griechen und Römer beschäftigten den Civilingenieur mit Trockenlegung von Sümpfen, mit Bergbau, Anlage von Sielen, Brücken, Bädern, Wasserleitungen, Amphitheatern, Straßen, Canälen, Molos, Häfen, Leuchthürmen u. s. w., deren Spuren nicht nur noch kenntlich sind, sondern auch das Urtheil rechtfertigen, daß sie von einer Classe von Männern ausgeführt wurden, welche mit den Grundlehren der Geometrie und mancher Zweige der Naturwissenschaften (natural philosophy) wohl vertraut waren.

„Nach dem Untergange des römischen Reiches standen alle Werke des Ingenieurwesens unter der Leitung und Führung der Freimaurer, Brückenbrüder und anderer Brüderschaften, aber man kann kaum sagen, daß das Civilingenieurwesen seinen Platz in der Reihe der Wissenschaften eher eingenommen habe, als bis der Wunsch, die überschwemmten Ländereien Italiens wieder zu erlangen, die Talente jener Physiker (philosophers) und Mathematiker des siebenzehnten Jahrhunderts zur Thätigkeit aufforderte, deren Schriften den Grund zu unsern Kenntnissen über Hydraulik legten, indem sich die in Italien geübte Wasserbaukunst schnell über den größern Theil von Europa verbreitete Galileo, Torricelli, Castelli, Gulielmini, Poleni, Manfredi, Zendrini und Andere wurden durch die Gesetze, welche sie über die mechanischen Eigenschaften des Wassers auffanden, berühmt; die Fackel der Theorie entzündete sich an der Praxis und gab bald dem Künstler und Mechaniker ein Licht zurück, strahlender, als das, dessen sie sich vorher erfreuten.

„In Frankreich sammelte um dieselbe Zeit Belidor Alles, was für den Civilingenieur nützlich sein konnte und veröffentlichte es unter dem Titel: Architecture hydraulique, ein Werk, das mit Recht hochgeschätzt und als der Grundstein der neueren Schule des Ingenieurwesens in diesem Lande angesehen wird.

„In England war der Stand des Civilingenieurs bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts kaum gekannt, bis die wichtige Entdeckung Watt's von der Anwendung des Dampfes und ihre rasche Entwickelung eine neue Classe von Mechanikern ins Leben rief, welche der Manufactur durch Verbesserungen in allen Zweigen des Maschinenwesens einen frischen Antrieb gaben. Die großartigen mercantilen Unternehmungen, welche aus dieser Bewegung hervorgingen und ihr großer und wachsender Erfolg, führten nothwendigerweise zur Erweiterung unserer Häfen und zur Verbesserung unserer Binnenschiffahrt; die Fortschritte einer aufgeklärten Civilisation forderten auch in Rücksicht auf die Gesundheit die genügende Versorgung unserer Städte mit Wasser, Beleuchtung, Abzugscanälen u. s. w., während unzählige andere Ursachen fast täglich auftauchen und die Erneuerung unserer Quais, Brücken und andere Kunstbauten fordern, welche vor diesem großen und allgemeinen Aufschwunge der Civilisation angelegt wurden. Während des letzten halben Jahrhunderts sind Hunderte von Millionen Pfunden Sterling auf diese wichtigen Gegenstände verwendet worden, und so groß diese Summen scheinen mögen, so wird doch noch ungleich mehr auf die blose Anlage von Eisenbahnen verwendet werden, wenn das Land in ungeschmälertem Frieden und Wohlgedeihen bleibt. Unter diesen Umständen leuchtet es ein, von welcher Wichtigkeit es ist, daß der Civilingenieur wohl qualificirt sei, in der großen Carriere, welche sich ihm eröffnet, seine Platz auszufüllen. Ihn vorzubereiten, seinen vielseitigen Functionen mit Ehren und zur Befriedigung seines Vaterlandes vorzustehen, dies ist der große Vorwurf dieser Encyclopädie und ohne weitere große Vorrede wollen wir jetzt vor dem Leser einen Umriß ihres Inhaltes und des bei ihrer Compilirung befolgten Planes entwerfen."

Dies des Autors Worte, mit denen er sein Werk einführt. Wir folgen seiner weitern Auseinandersetzung nicht, sondern gehen nun selbst auf das Werk ein.

„Der Wirkungskreis des Civilingenieurs dehnt sich heutzutage über die Werke des Architecten (artificer), des Bergmanns und des Mechanikers aus; man übergiebt ihm Alles, dessen Ausführung wissenschaftliche Kenntnisse erfordert, sei es zu Wasser oder zu Lande, so wie den Entwurf der Maschinerien, welche zu diesen wichtigen Zwecken erfordert werden. Diese Kenntnisse wurden früher von dem Architecten verlangt und außerdem forderte man noch von ihm, daß er mit den schönen Künsten vertraut sei." Diesen wichtigen Rang möchte der Verf., der selbst Architect ist, auch jetzt wieder für die Architecten vindiciren, während die Zeit zu der vernünftigeren Theilung dieser Zweige geführt hat. Auch das vorliegende Werk wäre sicher weit vorzüglicher geworden, hätte eine solche Theilung der Arbeit dabei stattgefunden, und hätte nicht der Autor geglaubt, das weite Gebiet des Ingenieurwesens allein überblicken und beherrschen zu können.

Sein Werk bespricht nun folgende Theile der Ingenieurwissenschaften:

Geologie, Mineralogie und Chemie, als einen allgemeinen Ueberblick über die Materialien, aus welchen unsere Erdkruste zusammengesetzt ist, und über die Zusammensetzung, Anwendbarkeit und Behandlung dieser Stoffe selbst;

Geometrie incl. Planimetrie, Stereometrie, Nivelliren, Feldmessen, Projectionslehre und dergl.;

Mechanik, nämlich Einzelnes aus der Dynamik und Statik, die einfachen Maschinen, die Umsetzung der Bewegung, verschiedene Maschinen zum Heben und zum Transport, Werkzeugsmaschinen, einige Formveränderungsmaschinen, einige Ingenieurmaschinen, animalische Motoren, Hydraulik und hydraulische Maschinen, Wasserversorgung von Städten, Windmaschinen, Dampfmaschinen;

Erwärmung und Beleuchtung;

Bauwesen und zwar Holzconstructionen, namentlich Brücken und Steinconstructionen mit Steinschnitt, Brückenbau und dergl.;

Wasserbauten als Faschinenbau, Canäle, Entwässerungen und Eindeichungen;

Maschinenbau;

Eisenbahnbau;

Ästhetik des Bauwesens (principles of proportion).

Die obige Aufzählung zeigt, daß zwar im Ganzen nach einer Anordnung der verschiedenen Materien gestrebt wird, aber man findet nicht einmal die Haupteintheilungen, welche wir in obiger Zusammenstellung zu geben versucht haben, durchgeführt, sondern die obengenannten Gegenstände werden in 31 verschiedenen Capiteln besprochen. Diese Abhandlungen füllen den 1ten Theil, während der

erste eine Geschichte des Ingenieurwesens zu geben beabsichtigt, in welcher wir von den Phöniciern und Egyptern mehr zu hören bekommen, als von den Deutschen.

Der letztere Ausspruch ist buchstäblich wahr. Ueber Phönicien wird auf 6 Seiten, über Egypten auf 33 Seiten gehandelt und Deutschland mit Holland wird auf $2^1/_2$ Seiten abgefertigt, während England 310 Seiten füllt. Finden wir auch darin Nichts Auffallendes, daß der Engländer die Geschichte seines Vaterlandes ausführlich abhandelt, und mag ihm auch das fast aller Seebauten entbehrende Deutschland weniger Stoff zur Besprechung bieten, so ist doch allerdings der Contrast zu auffallend, um nicht hervorgehoben zu werden. Was wir über Deutschland finden, sind die Brücken von Dresden, von Prag, von Regensburg, von Würzburg, von Kösen bei Naumburg, von Rossen an der Mulde (im Originale steht Mossen), von Nürnberg, von Zwethau über die Torgau (?) an der Elbe. Die Angaben, welche diese Baue betreffen, sind höchst mangelhaft, und wer erstaunt nicht, keinen einzigen der neueren Baue erwähnt zu finden? Zeichnungen sind gar nicht beigefügt: was kann auch der Engländer von einem Deutschen lernen? oder vielmehr darf er öffentlich eingestehen, daß in Deutschland etwas Gutes zu sehen sei?

Im Uebrigen ist dieser erste Theil der Encyclopädie eine reiche Beispielsammlung von Brücken-, Häfen-, Straßen-, Canal- und Uferbauten, welche allerdings nur aus andern Werken zusammengetragen ist, aber sehr nützlich und schätzbar sein würde, wenn etwas Ordnung in der Aneinanderreihung des Stoffes befolgt worden wäre. Meist werden nicht nur perspectivische Ansichten und Werkpläne, sondern auch Bedingnißhefte, Kostenanschläge, Nachrichten über die Vorarbeiten, Begutachtungen und dergl. mitgetheilt, der Gang und die Vorfälle des Baues werden beschrieben und mancherlei interessante Details angeführt; doch ist die Vortragsweise des Verfassers wirklich so planlos, daß nur das höchst vollständige Register (eine auszeichnende Eigenschaft fast aller englischer Werke) eine andere Benutzung des Buches als diejenige zur blosen Lectüre ermöglicht.

Der zweite Band beginnt nun mit der Geologie. Cresy hebt zunächst die Wichtigkeit dieser Wissenschaft für den Ingenieur heraus, und in der That hat der Eisenbahn-, Straßen- und Wasserbauingenieur gewiß oft zu beklagen, daß unsre Ingenieurschulen dieser Wissenschaft noch immer einen so untergeordneten Rang einräumen. Man könnte einwerfen, daß dieselbe bis jetzt noch nicht hinreichend ausgebildet sei, um in der Praxis unterstützend eingreifen zu können; aber theils erweist sich dieser Einwurf als ungerecht, wenn man sich die Mühe nimmt, nachzufragen, theils könnte er nicht einmal als Einwurf auftreten, weil allerdings die praktische Ausbildung einen

Wissenschaft immer nur von dem Praktiker selbst erst ausgehen kann.

Was aber freilich Cresy's Beruf, einen Abriß der Geologie zu geben, anlangt, so müssen wir gestehen, daß wir Zweifel an seiner Befähigung hegen. Er scheint selbst nur die vagsten Begriffe davon gehabt zu haben und macht allem Anschein nach lediglich den Auszug aus einem größeren Werke. Was kann zum Beispiel die Aufzählung der wichtigsten Versteinerungen dem blosen Namen nach, ohne Abbildungen, ohne Beschreibungen, ohne Angabe der Formationen, für welche sie charakteristisch sind, was kann dieses für den nicht sonst schon unterrichteten Ingenieur für einen Nutzen haben?

Nur ein Beispiel, um zu zeigen, wie Cresy durcheinander wirft und wie wenig seine theoretischen Untersuchungen dem heutigen Standpuncte der Wissenschaft entsprechen. Unter dem Abschnitte über Geologie heißt es (S. 640):

„Um die Oberflächengeschwindigkeit eines Flusses zu bestimmen, braucht man nur den Raum zu messen, welchen ein schwimmender Körper in einer bestimmten Zeit zurücklegt, oder zu zählen, wie oft die Schaufeln eines Rades die Oberfläche berühren, oder mit einem Quadranten zu messen, wie weit ein aus seinem Mittelpuncte herabhängendes Gewicht von der Lothlinie abgelenkt wird, da es ermittelt worden ist, daß die Tangenten des Ausschlagwinkels (elevations of pendulums) dem Stoße des Wassers d. i. der Geschwindigkeit und Zahl von Wassertheilchen, welche es in einer gewissen Zeit treffen, oder in andern Worten dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional sein müssen. Wenn dies geschehen ist, so ermittele man, welche Höhe dieser Geschwindigkeit entspricht, oder von welcher Höhe ein Körper herabfallen müsse, um diejenige Geschwindigkeit anzunehmen, mit welcher sich die Oberfläche des Wassers bewegt, und addire sodann diese Höhe zu der wirklichen Tiefe des Profiles, um die wahre Höhe (effective height) zu erhalten, mit welcher die wirkliche Schnelligkeit übereinstimmt.

„Der Raum, welcher von einem schwimmenden Körper pro Secunde in der Oberfläche durchlaufen wird, dividirt durch denselben Parameter,*) giebt die der Oberflächengeschwindigkeit entsprechende Druckhöhe und diese addirt zu der Tiefe der Section giebt die ganze wahre oder äquivalente Höhe.

„Die Quadratwurzel des Productes der letzteren Höhe mit dem Parameter giebt die Geschwindigkeit am Boden des Querschnittes.

*) „Wenn man eine Parabel construirt, in welcher die erste Absciffe den Raum darstellt, welchen ein freifallender Körper in der Secunde durchläuft, und die zugehörige halbe Ordinate doppelt so lang gemacht wird, so geben die übrigen halben Ordinaten die Geschwindigkeiten, welche zu den ihren Absciffen entsprechenden Druckhöhen gehören; und wenn man das Quadrat der halben Ordinate durch ihre Absciffe dividirt, so erhält man den Parameter der Parabel."

„Zwei Drittel von dem Producte aus der Bodengeschwindigkeit in die ganze wahre Höhe weniger zwei Drittel von dem Producte aus der Oberflächengeschwindigkeit in die Höhe addirt zu der wahren Tiefe giebt nunmehr die mittlere Geschwindigkeit.

„Endlich giebt das Product aus der mittleren Geschwindigkeit in die wirkliche Breite und Tiefe die Wassermenge, welche pro Secunde durch den rectangulären Querschnitt abfließt.

„Wenn der Querschnitt ein Trapez ist, muß man die Wassermenge hinzufügen, welche durch die Perpendikel in dem Dreiecke zur Seite des größten eingeschriebenen Rectangels abfließt, aber die Berechnungsweise ist die nämliche."

Dieses Pröbchen genügt gewiß, zu zeigen, wie sehr Deutlichkeit und Wissenschaftlichkeit fehlen und wie veraltet und confus die Angaben des Verfassers oft sind.

Das zweite Capitel spricht von der Zusammensetzung und dem Gebrauche der Fossilien — ein Gegenstand, der jedenfalls vor der Geologie hätte abgehandelt werden sollen. Es ist dies eine Art von chemischer Mineralogie. Das Atomgewicht des Wasserstoffs gilt als Einheit, was wieder für uns Deutsche fremdartig erscheint. Dieser Abschnitt ist zu ausführlich, wenn er blos das Unentbehrliche für den Ingenieur enthalten soll, und viel zu unzureichend, wenn er einen allgemeinen Begriff von Chemie und Mineralogie geben soll; da aber auch noch Bergbau und Hüttenwesen, und die Festigkeit der Materialien auf diesen 53 Seiten abgehandelt werden, so blieb freilich nicht Platz zu einer näheren Besprechung.

Nun kommt ein Capitel über Bruchsteine, eins über Ziegeln, eins über Mörtel und Cement, eins über Pisébau, endlich ein Capitel über Theer, Pech, Harz und dergl., welche sämmtlich nichts Neues, meist nur lokal Interessantes und für Deutschland ganz Gleichgültiges enthalten.

Das achte Capitel trägt die Ueberschrift Geometrie. Hier finden wir eine nahezu prinzipienlose Zusammenhäufung von Sätzen aus der reinen Geometrie, Feldmeßkunst, Projectionslehre, dem Steinschnitte und dergl. mit unzähligen Wiederholungen, meist ungenügenden Erörterungen und Definitionen, kurz an einer unverzeihligen Schwäche der Bearbeitung leidend. Was soll überhaupt dieses Capitel in einer Encyclopädie für Ingenieurs? Versteht es sich nicht von selbst, daß jeder Ingenieur hinreichende Kenntniß in der Mathematik besitzen müsse, um sich über die Benennung und die Eigenschaften der gewöhnlichsten geometrischen Figuren und Körper nicht in einer Encyclopädie noch Rath erholen zu müssen? Man könnte höchstens Beschreibung und Gebrauchsanweisung der geodätischen Instrumente, ihre Prüfung, ihre Anwendung bei seltener vorkommender Operationen, die dahin einschlagenden Formeln ꝛc. erwarten, aber gerade diese Parthie ist sehr schwach.

Wir finden Nichts über Triangulationen im Großen, Nichts von der Bestimmung der geographischen Lage eines Ortes, der Mittagslinie, der Zeit ꝛc. Die Formeln sind gewöhnlich undeutlich ausgedrückt und so zerstreut, daß man diesen Abschnitt auch nicht einmal als bequeme Formelsammelung benutzen kann. Was Projectionslehre und Steinschnitt anlangt, so fragt man vergebens, für wen das Vorgetragene bestimmt sein soll. Inclusive Schattenstructionen und Perspective ist dieser Gegenstand auf 17 Seiten abgehandelt.

Die folgenden 2 Capitel über Abschätzung von Grundstücken und Bauveranschlagungen sind allzusehr lokaler Natur, übrigens zum größten Theile aus französischen Schriften entnommen, und für deutsche Verhältnisse ebenfalls erst einer Umsetzung bedürftig.

Im 11. Capitel wird die Mechanik abgehandelt. Da wir schon einen Vorgeschmack von der Darstellungsweise des Verfassers erhalten haben, so wird es nicht nöthig sein, wieder im Allgemeinen auf dieselbe einzugehen. Es werden Massen von Mechanismen besprochen und zwar meist blos beschrieben, eine Aufgabe, welche in dem folgenden Capitel in Bezug auf die dem Ingenieur näher stehenden Maschinen fortgesetzt wird. Der letztere Abschnitt ist sehr interessant, obwohl bei weitem nicht umfassend genug. Gut behandelt sind alle das eigentliche Bauwesen betreffende Maschinen, unzureichend die Werkzeugsmaschinen, und Formveränderungmaschinen ꝛc. des Maschinenbauers. An Ordnung ist wieder nicht zu denken; so folgt auf den Artikel Hammerwerke, ein Artikel über Mühlen, dann einer über die Taucherglocke, dann einer über Pontons u. s. w.; nach dem Erdbohren werden Dynamometer besprochen; kurz es ist weder logische noch alphabetische Ordnung zu finden. Ueber Rammmaschinen wird im 14. Capitel gehandelt, aber man findet nur Altes; es ist z. B. nur die amerikanische Dampframme, nicht aber die Nasmyth'sche angegeben. Die zuletzt besprochenen Capitel sind jedoch immer mit zu den besseren Theilen des Buches zu zählen, weil sich der Verfasser fast aller theoretischen Erläuterungen enthalten hat und rein auf dem Gebiete der Beschreibung und der Praxis geblieben ist.

Dagegen kommen wir nun auf einige sehr schwache Kapitel zu sprechen. Das erste handelt von der Arbeit der animalischen Kräfte, obwohl die Ueberschrift on mechanical agents mehr erwarten ließe; die Angaben sind sämmtlich französischen Werken entnommen und dabei sind nicht einmal die neueren berathen worden. Am Schlusse wird sehr unpassender Weise noch die Euler'sche Formel über die Leistung unterschlägiger Räder vorgebracht, welcher ein furioses Raisonnement folgt.

In dem Capitel über Hydrostatik begegnen wir sehr viel überflüssigen veralteten Entwickelungen; es schließt mit einer umfänglichen Tabelle der specivischen Gewichte, in welcher wieder ganz willkührlich unter der Aufschrift metals alle Erze, welche diese Metalle enthalten, Legirungen derselben u. s. w. aufgeführt werden.

Das 17. Capitel über die Bewegung der Flüssigkeiten ist in der That fast nur amüsant, da man heutzutage selten Jemand finden dürfte, der wie Cresy blos das Alte weiß, und von dem Neuen keine Ahnung zu haben scheint. Dubuat, Bossuet, Mariotte, Venturi sind Cresy's Quellen; selten erwähnt er einmal Eytelwein als neuste Autorität. Smeaton's Experimente werden angeführt und dann scheint ihm alle Theorie der Wasserräder glücklicher Weise unnöthig; Wasserhebungsmaschinen aller Art beschließen dieses Capitel. Daß sie eigentlich gar nicht in dasselbe gehören, ist dem Verfasser natürlich gar nicht beigegangen.

Interessanter ist der Abschnitt über Wasserversorgung von Städten, doch wäre es gewiß zweckmäßiger gewesen, die schon im ersten Bande über dieses Thema enthaltenen Mittheilungen sämmtlich hier zu concentriren.

Die Atmosphäre als bewegende Kraft ist die Ueberschrift des 19. Capitels, worin die Luftpumpen von Hawksbee und Smeaton ein paar Windmühleneinrichtungen und ein paar Worte über Gebläse vorgetragen werden. Von letzteren Maschinen ist keine Zeichnung gegeben, eine Vernachlässigung, die ebenso auffallend ist, als das gänzliche Uebergehen des atmosphärischen Eisenbahnsystems. Sehr unvollkommen ist wieder das Capitel über Beleuchtung und Erwärmung; namentlich vermißt man jedes systematische Arrangement. Einzelne Beispiele älterer Heizungsarten, die Beleuchtung mit Gas, die Gasbereitung, welche nur sehr kärglich behandelt wird, die Einrichtung des Ramsgater Leuchthurmes ist Alles, was geboten wird.

Eben so wenig befriedigend ist der Inhalt des 21. Capitels, das vom Dampfe handelt. Mit theoretischen Abhandlungen wird der Leser allerdings nicht belästigt, aber die vorgeführten Beispiele von Maschinen (Systeme kann man nicht sagen, da man die Merkmale der Systeme selbst erst heraussuchen muß) können auch blos die allerersten Anfänger befriedigen. Diesen Beschreibungen sind gewöhnlich Anweisungen zur Berechnung der Dimensionen u. dergl. beigefügt, über deren Abfassung wir folgendes Beispiel folgen lassen. „Um die Dimensionen eines Wagenkessels ohne Feuerrohr zu finden, dividire man das Volumen des darin enthaltenen Wassers mit der Fläche des Bodens; dies giebt die Tiefe, dann multiplicire man die Boden und Seitenfläche als Heizfläche (undeutlich genug ausgedrückt!) und dividire das Product mit dem doppelten Wasserfassungsraume, weniger die Bodenfläche, so ist das Resultat eine von den Dimensionen des Bodens; dividirt man endlich die Bodenfläche mit der gefundenen Dimension, so erhält man die andere Dimension. Für cylindrische Kessel, welche zur Erzeugung von Hochdruckdampf angewendet werden,

findet man Durchmesser und Länge, wenn man ihren Wasser- und Dampfraum addirt und die doppelte Summe mit der ganzen Heizfläche dividirt, wobei man den Durchmesser erhält, und wenn man den Inhalt mit 1,27 multiplicirt und mit dem Quadrate des Durchmessers dividirt, was die Länge des Kessels giebt."

Klingen diese Regeln nicht nahe zu, wie die empirischen Formeln unserer Mühlenbauer?

Wir eilen zu einigen Abschnitten, in welchen der Verfasser besser heimisch ist. Sie handeln vom Holze und seinen Eigenschaften, ein ziemlich gut geschriebenes Capitel, in welchem zuletzt ausführliche Tabellen über die Festigkeit (es sind die Tabellen von Rondelet in englisches Maß umgesetzt) mitgetheilt werden; von dem Holzverbande, den Dachconstructionen, den hölzernen Brücken, endlich den Lehrgerüsten. Viele interessante Constructionen sind hier mit sehr guten Holzschnitten erläutert, aber, wir müssen es immer wiederholen, der ganzen Aufzählung liegt auch nicht das entfernteste System zu Grunde. Wie aus einer Lotterietrommel zieht der Verfasser seine Beispiele aus einer Menge Werken und beraubt dadurch sein Werk alles Nutzens für einen Anfänger.

Ebenso oder wenigstens nur wenig besser ist der 24. Abschnitt über Mauerung gehalten, wo sich der Verfasser fast ausschließlich mit dem Steinschnitt beschäftigt. Die Beschreibung der Constructionen ist aber oft sehr unverständlich gehalten. Ueber Steinbrücken wird im 25. Capitel gehandelt. Voraus gehen Bemerkungen über die Bewegung des Wassers, Aufstau u. dergl., welche glücklicherweise aus etwas moderneren Werken entlehnt sind, als wie dies bei Cresy gewöhnlich der Fall ist. Dann folgen die geometrischen Constructionen verschiedener Bögen und graphische Bestimmungen der Stärke, welche letztere freilich auf zum Theil sehr willführlichen Voraussetzungen beruhen; ferner wird über die Form der Brückenpfeiler gesprochen, Widerlagspfeiler und Begründung der Pfeiler werden ebenfalls noch behandelt. Es geht diesem Abschnitte ebenfalls die Anordnung eines Lehrbuches ab, sonst würde er eine gute Vorbereitung zu der reichen Beispielsammlung des ersten Bandes sein.

Vielerlei aus dem Faschinen und Uferbau enthält das 26. Capitel, aber es ist ebenfalls ohne Ordnung vorgetragen. Derselbe Vorwurf betrifft das 27. über Canäle und Schleusen sprechende, übrigens nicht ärmlich behandelte Capitel.

Amüsant ist Capitel 29 über die Construction der Maschinen; es ist 5 Seiten lang und es gehört jedenfalls etwas Divinationsgabe dazu, um zu verstehen, welchen Zweck

dieses Capitel haben soll. Wir sehen z. B. auf Seite 1565 behandelt: Pumpen, Schiffe, das Universalgelenk, die Strickleiter.

Den Eisenbahnen ist Capitel 31 gewiedmet. 13 Seiten, auf denen eigentlich nur verschiedene Befestigungsweisen der Schienen in den Stühlen und ein paar Weichen beschrieben werden, genügen dem Verfasser zur Abhandlung dieses Zweiges des Ingenieurwesens. Hierüber Worte verlieren hieße die Geduld der Leser auf die Probe stellen.

Den Schluß bilden endlich die Principles of Proportion, eine Art Aesthetik oder Lehre der Verhältnisse in der Baukunst. Kann schon im Allgemeinen die Frage aufgeworfen werden, wie dieser Abschnitt in dem vorliegenden Werke zum Vortrage gelangen könne, so wird man beim Durchblättern desselben noch mehr von seiner Entbehrlichkeit überzeugt werden. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß dem Maschinenbauer und Ingenieur nicht aller Geschmack abgehen dürfe, ja es läßt sich wohl sogar behaupten, daß Zweckmäßigkeit und Schönheit der Form unzertrennbar sind, daß nehmlich Letztere sich von Natur aus der Ersteren ergebe, aber das, was Cresy vorträgt, handelt blos von gewissen geometrischen Verhältnissen, welche er im altgriechischen und gothischen Style zu sehen glaubt und die dem nicht Eingeweihten oft etwas gesucht vorkommen. Wir möchten also ausrufen: o, wäre doch dieser Raum (gegen 60 Seiten) besser benutzt werden!

So resümirt sich denn allerdings unser Urtheil über Cresy's Encyclopädie dahin, daß wir dieselbe für Deutschland als ganz ungeeignet ansehen müssen. Kein einziger Abschnitt des ganzen Werkes kann als Lehrbuch dem Anfänger in die Hand gegeben werden oder für ihn von Nutzen sein. So wie dem Werke im Ganzen eine logische Eintheilung und Anordnung mangelt, so vermißt man auch in jedem Abschnitte den systematischen Vortrag. Den theoretischen Untersuchungen hat man sich zu hüten, ohne näherer Prüfung Glauben zu schenken. Sie sind aus sehr alten, längst nicht mehr gültigen Quellen geschöpft, und gewöhnlich auch noch confus vorgetragen. Die gerügten Fehler vermindern den Werth sehr, welchen das Buch sonst als praktische Beispielsammlung haben würde, namentlich auch, weil ziemlich ohne alle Kritik zusammengestellt worden ist, was dem Verfasser unter die Hand gekommen ist. Der Engländer, der so selten etwas Deutsches günstig aufnimmt, hätte wahrlich Ursache über uns zu lächeln, wenn diese mangelhafte Compilation einer deutschen Uebersetzung für werth gehalten würde und eine deutsche Bearbeitung könnte in der That nichts anderes, als ein ganz neues Werk sein.

K. B.

Aufzug und Luftpumpen an der atmosphärischen Eisenbahn von Saint Germain.

Tafel IV.

Die Entfernung des Triebröhrenendes vom Bahnhofe der Eisenbahn von Saint Germain ist ziemlich bedeutend; da diese Strecke aber völlig horizontal ist, so wird sie von dem aufwärtsgehenden Zuge vermöge seiner inwohnenden Geschwindigkeit durchlaufen. Bei der Fahrt nach Paris ist man aber genöthigt, den Zug mit Seilen fortzuziehen, bis man ihn, sobald er den Abhang erreicht hat, sich selbst überlassen kann, wobei natürlich seine Geschwindigkeit durch Bremsen moderirt werden muß.

Das Fortziehen erfolgt mittelst eines gußeisernen Seilkorbes, dessen unter dem Boden gelegener Mechanismus durch die in einem luftleeren Cylinder wirkende atmosphärische Kraft betrieben wird. Die Einrichtung dieser neuen Aufzüge ist im horizontalen Durchschnitte nach der gebrochenen Linie 1 — 2 — 3 — 4 in Figur 1. und im Verticaldurchschnitte nach der Linie 5 — 6 in Figur 2. auf Tafel 4. dargestellt. Beschreibung und Zeichnungen sind einem ausführlicheren Aufsatze über die atmosphärische Eisenbahn von Saint Germain in Armengaud's Publication Industrielle 6. vol. entlehnt.

Man entnimmt aus den Abbildungen, daß die allgemeine Einrichtung des Apparates aus zwei um eine Axe im Mittel schwingenden Cylindern besteht, deren Kolben ihre Bewegung an dieselbe Kurbel und mithin auf denselben verticalen Seilkorb übertragen, so daß dieser mit der ganzen übertragenen Geschwindigkeit arbeitet. In vielen Fällen, besonders bei sehr großen Zügen, kann man das Seil auf einem zweiten Korbe aufwickeln lassen, welcher eine fünf Mal schwächere Geschwindigkeit besitzt, so daß man also eine entsprechend größere Kraft auszuüben vermag. Wir glauben nicht, daß diese Einrichtung, welche im ersten Projecte vorgeschlagen wurde, wirklich zur Ausführung gekommen ist; im Gegentheil soll an ihrer Stelle eine Dampfmaschine von 80 Pferdekraft angewendet werden, welche auf dieselbe Weise arbeiten soll.

Vom Cylinder und der Dampfvertheilung. An jedem Cylinder A sind zwei Zapfen angegossen, wovon der eine a mit zwei zahnartigen Bohrungen versehen ist und zum Ein- und Austritte der Luft dient, der zweite b aber den Drehpunkt bildet. Der Letztere erhält zu diesem Ende eine stählerne Spitze c, welche auf der Platte der Pfanne d läuft und läuft selbst zwischen den Lagern e, die an einem Vorsprunge des Gerüstes befestigt sind. An jedem Ende ist der Cylinder mit einem durch Rippen verstärkten und mit einer langen Stopfbüchse f, welche der Kolbenstange D zur Leitung dient, versehenen Deckel B geschlossen. Die Kolbenstange D ist zu beiden Seiten des Kolbens C in die Stopfbüchsen f eingelegt, um eine vollkommene Regelmäßigkeit der Bewegung zu erhalten und die Stopfbüchsen nicht zu sehr anzugreifen. Die Liederung der Kolben ist mit Leder und Metall versucht worden, aber man wird blos Leder anwenden, da es bessere Resultate giebt.

Der Vertheilungsraum E communicirt am obern Ende mit dem Rohre F, welches von dem Saugrohre der Luftpumpen abgeführt ist und also die Luftverdünnung im Cylinder A bewirkt. Da diese Cylinder beweglich sind, so treten die Oeffnungen ii' ihres oberen Zapfens a abwechselnd mit der Atmosphäre und dem luftverdünnten Raume in Communication und diese doppelte Wirkung giebt die ganze Kraft zur Bewegung der Körbe, welche übrigens schwach ist und stets mit dem Grade der Verdünnung im Rohre F im Verhältniß steht. In der Stellung des Cylinders A' z. B. tritt die äußere Luft durch die Oeffnung g ein und drückt, durch die Oeffnung i' des Zapfens a hindurchtretend, auf die eine Seite des Kolbens, um ihn in einer Richtung vorwärts zu schieben, während die Luft auf der andern Seite durch die Oeffnung i und das Rohr F entweicht. Die entgegengesetzte Stellung des Cylinders A zeigt den Kolben am Ende seines Laufes, wo jede Communication geschlossen ist und ein neues Spiel beginnt.

Von den Seilkörben und ihrer Bewegung. Das Ende der beiden Kolbenstangen ist an der Warze derselben Kurbel G angeschlossen, die auf dem untern Ende der senkrechten Welle H, auf welcher der Korb I und der Drehling J sitzen, aufgesteckt ist. Diese Welle ist in die Halslager k des Gerüstes eingelegt, welches aus zwei hohlen conischen Säulen K mit ausgenommenem Mantel und dem Sockel L, in welchem die Cylinder schwingen, besteht. Aus dieser Anwendung geht hervor, daß die Kraft, welche auf die beiden Kolben wirkt, direct auf den ersten Seilkorb übertragen wird, welcher dann mit einer Geschwindigkeit von höchstens 60 Umdrehungen umgeht. Da nun diese große Geschwindigkeit nur bei leichten, aus einer kleinen Wagenzahl bestehenden Zügen möglich ist, so wendet man, wenn das Gewicht beträchtlicher wird, mit Vortheil den Hülfskorb I' an, der in Figur 2. in punk-

tirten Linien eingezeichnet ist; derselbe ist wie der erste auf eine stehende Welle aufgesteckt, welche, wie sogleich zu erwähnen, bedeutend langsamer umläuft.

Es ist nämlich genau zwischen beiden Wellen K eine Hülsswelle M aufgestellt, die in den Halslagern l läuft und ein größeres Stirnrade N trägt, welches in das Getriebe J greift. Unter dem Rade N ist das Rad O von gleichem Durchmesser mit dem von ihm getriebenen Rade O· aufgebracht und Letzteres sitzt auf der Welle des zweiten Korbes, welcher es eine fünffach geringere Geschwindigkeit, als die erste Welle hat, also ungefähr 12 Umdrehungen pro Minute mittheilt.

Man hat mehrere solche Apparate, theils mit doppelter, theils mit einfacher Bewegung aufgestellt, welche von Varrall, Middleton und Elvell ausgeführt worden sind, und seit ihrer Aufstellung regelmäßig im Dienste sind.

Luftpumpen.

Tafel IV, Figur 3 bis 8.

Die Construction der zur Herstellung eines luftverdünnten Raumes in der Triebröhre bestimmten Luftpumpen zeigt mehrere bemerkenswerthe Einrichtungen, welche besprochen zu werden verdienen. Sie sind aus den Figuren 3. und 4. leicht ersichtlich.

Die erste Figur stellt eine von den in Nanterre aufgestellten Luftpumpen in voller Zusammenstellung dar mit ihren Ventilen und zwar im Durchschnitt nach der Axe des Ein- und Austrittrohres oder nach der Linie 7 — 8.

Figur 4. ist die obere Ansicht, worin der obere Eintrittscanal durchschnitten gedacht ist, um die Form der Ventile sehen zu können.

Die Pumpen sind senkrecht aufgestellt und jede wird von einer Dampfmaschine von 100 Pferdekräften, die wir im Detail beschreiben werden, getrieben. Sie bestehen aus einem großen, starken gußeisernen Cylinder P, aus einem Stück gegossen und 2,5^m weit ausgebohrt, durch Ringe verstärkt und mit einem Blechhemde l von außen umgeben. Das Letztere nimmt einen Strom frisches Wasser auf, um das Metall, welches sich in Folge der Ausdehnung der eingesogenen Luft erhitzt, fortwährend abzukühlen. Der cylindrische Körper der Pumpen ruht auf einem an mehreren Seiten durchbrochenen, mit breiten Ribben verstärkten gußeisernen Sockel Q.

Die untere Basis R, welche den Boden bildet, und der obere Deckel S sind mit zwei großen broncenen Klappen m m' versehen, welche zum Ein- und Austritt der Luft dienen. Die ersteren m, welche die Einmündung der sich vereinigenden Verbindungsrohre mit dem Triebrohre schließen, öffnen sich natürlich von außen nach innen; gekrümmte schmiedeeiserne Arme n, welche daran befestigt sind, tragen Ausgleichgewichte, um ihren Auf- und Zugang zu erleichtern

und die Nasen o, welche daran vorspringen, begrenzen, wenn sie die Vorsprünge p begegnen ihre Oeffnung und verhindern sie sich weiter als nöthig aufzuschlagen.

Die Klappen m', welchen den ersten gerade gegenüberstehen, bewegen sich in umgekehrter Richtung, sie öffnen sich von Innen nach Außen unterstützt durch die Gewichte f'. Um zu verhindern, daß sie mit Geräusch auf ihre Sitze aufschlagen, haben die Constructeurs an jeder einen beweglichen Kolben angebracht, der sich in einem kleinen feststehenden gußeisernen Cylinder T, der an dem einen Ende offen ist, an dem andern einen kleinen Hahn r und ein sich nach innen öffnendes Ventil mit Spiralfeder t trägt, bewegt. (Fig. 7.) Wenn sich das Ventil durch das Ausblasen der Luft öffnet, so schiebt es den Kolben vorwärts, welcher hierdurch die geringe im Cylinder enthaltene Luftmenge zu comprimiren strebt, was ein elastisches und um so kräftigeres Kissen bildet, je mehr die Luft comprimirt ist. Wenn sich die Ventilklappe schließt, so dehnt sich dieses elastische Medium aus, aber da sich seine Elasticität in Folge der Oeffnung des Ventiles t rasch vermindert, so bildet die Luft, welche auf der andern Seite des Kolbens befindlich ist, bald ein Gleichgewicht, und verhindert dadurch, daß die Klappe nicht mit zu großer Heftigkeit niedergehe. Diese Einrichtung ist bei allen Pumpen der Eisenbahn von Saint Germain in Anwendung gekommen.

Der Kolben U der Pumpen besteht aus einem gußeisernen Kranze u, der durch Ribben mit der Nabe verbunden und auf jeder Seite durch Scheiben von Eisen- oder Kupferblech v bedeckt ist. Die Liederung ist eine Metallliederung aus einer großen Zahl von gußeisernen Segmenten und Keilen x zusammengesetzt, welche durch flache Federn y (Fig. 3.) angedrückt werden. Die Kolbenstange V bewegt sich in der starken Stopfbüchse a' und ist mit dem Kolben durch den conischen Hals und eine starke schmiedeeiserne Schraube z mit viereckigen Gängen fest verbunden. Eine solche ganz aus Stahl hergestellte Stange wiegt nicht weniger als 1005 Kilogramms, was die Größe des Apparates im Ganzen und die ungeheure Kraft, der er genügen kann, beurtheilen läßt. Auf den Saugmündungen Y und dem obern Deckel S sind Mannlöcher b' angebracht, um das Reinigen und die minder bedeutenden Reperaturen vornehmen zu können.

Man wendet seit einiger Zeit mit Erfolg an mehreren Luft- und Dampfapparaten einen Kolben ohne Garnitur an, dessen Einrichtung aus Fig. 8. deutlich wird, und welcher blos aus einem gußeisernen Ringe c', in welchen kreisförmige Einkehlungen oder Riefen d' eingeschnitten sind, besteht. Die Luft, welche in den Zwischenraum zwischen dem innern Umfange des Cylinders und dem Kolben eingedrungen sein könnte, hat einen viel größern Weg, als der Kolben zurückzulegen, weil sie dem ganzen Umfange der Riefen

folgt, während sich der Kolben geradlinig bewegt und hieraus folgt, daß der Verlust im Verhältniß zu dem erzeugten Luft- oder Dampfquantum nicht bemerkbar sein wird. Es ist dies eine jetzt bei vielen Kolben und Stopfbüchsen von Gebläsen angewendete Vorrichtung.

Luftpumpe in Saint-Ouen.

Die an der atmosphärischen Versuchseisenbahn von **Saint-Ouen** angewendete Luftpumpe zeigt ebenfalls so hervorhebenswürdige Einrichtungen, daß wir es für unsre Pflicht halten, davon zu sprechen; da man überdies auch das System der Triebröhre und ihres Verschlusses in einer Weise vervollkommnet hat, welche Hoffnung giebt, den vorgesetzten Zweck besser erreichen zu können, so schicken wir auch einige Worte hierüber voraus.

Die Construction von **Hédiard** wurde zuerst versuchsweise angewendet. Bei derselben (Fig. 10 Taf. IV.) erfolgt der Verschluß des Schlitzes im obern Theile der Triebröhre **A** durch zwei stählerne federnde Blätter **a** von **11** bis **12** Centimeter Breite und einer gleichförmigen geringen Stärke. Sie sind kreisförmig gebogen und mit der convexen Seite gegeneiander gelegt und berühren sich am obern Rande. Sie stehen übrigens nicht ganz frei, sondern legen sich vielmehr genau auf das Triebrohr auf, welches deshalb mit einer genau entsprechenden Höhlung versehen ist, und ragen nur **4** bis **5** Centimeter über die Kante des Schlitzes vor. Am unteren Ende sind sie mittelst eingeschnittener Schrauben und Legeisen, welche sie auf die ganze Länge gleichförmig andrücken, befestigt. Da diese Befestigung in ziemlicher Entfernung von dem Schlitze stattfindet, so üben die Federplatten nur einen geringen Druck im Berührungspunkte auf einander aus.

Um dieses System zu vervollständigen ist zur Verhinderung des Eindringens von Luft ein durch zwei horizontale Leisten **b** gebildetes Schmierereservoir in der ganzen Länge über den Klappen angebracht; es schließt die Federn ein und erhebt sich einige Centimeter über ihr oberes Ende.

Der Versuch mit dieser Art von Verschluß wurde auf **1697,2** Meter Länge zu Saint-Ouen angestellt, und ergab folgende Resultate.

Nach dem Aufbringen der Federn im ursprünglichen Zustande konnte man die Evacuirung nur bis auf **0,2** Meter treiben; es änderte sich auch nicht viel, als man statt des metallischen Contactes Filz und Tuchstreifen zwischen die Berührungsstellen brachte. Dagegen konnte man die Verdünnung bis auf **45** Centimeter steigern, als man Schmiere bis zu **1** Centimeter Höhe über der obern Kante einfüllte, und sie erreichte **50** Centimeter, als der Verschluß in der beschriebenen Weise vollständig hergestellt war.

Bei einer Verdünnung von **30** bis **$37^1/_2$** Centimeter legt der Zug mit Leichtigkeit in **1** Minute das **595** Meter

lange Rohr zurück, was einer Geschwindigkeit von **36** Kilometer oder **9** Lieus pro Stunde entspricht, ersteigt den letzten Theil der Steigung, gewinnt den Punkt des Abhanges, wo der Abhang von **7** Millimeter beginnt und kommt zu dem Ausgangspunkte in der Weise zurück, daß der Kolben von selber in die Triebröhre eintritt, worauf der Zug von Neuem mit großer Geschwindigkeit fortgetrieben wird.

Mit einer Verdünnung von **45** bis **50** Centimeter legt der Zug die ersten **595** Metres in **30** Secunden zurück und kommt nach dem Ausgangspunkte zurück nachdem er in **$1^1/_2$** Minuten die übrigen **1102** Metres zurückgelegt hat, so daß die ganze Länge von **1697** Metres in zwei Minuten zurückgelegt wird. Die mittlere Geschwindigkeit beträgt in diesem Falle **72** Kilometres oder **18** Lieues pro Stunde bei der Bewegung im Rohre, sie ist aber viel größer im Mittel des Weges.

Der gegenwärtige Verschluß (Figur 9.) besteht ebenfalls aus federnden Stahlblechen **a**, welche auf dem Rohre befestigt sind, sie sind aber mit einem Leder **b** bedeckt, welches weit über sie hinausragt. Um diese Verbindung fest zu machen, sind die Lederstreifen auf ihre ganze Länge mit schwachen Stahlblechen **c** bedeckt, welche die beiden Seiten des Leders hinreichend andrücken. Diese Verbindung, welche durch Schienen **d** und Hakenschrauben **e** festgehalten wird, macht die Anwendung der Schmiere überflüssig und unterhält die Leere **30** bis **40** Minuten lang, wie durch Versuche constatirt worden ist. Das Leder **b**, welches diesen Vortheil gewährt, ist übrigens noch nicht hinreichend luftdicht aufgebracht, und der Erfinder will es noch so zusammenleimen, daß eine fortlaufende völlig luftdichte Klappe erhalten wird.

Die Luftpumpe ist im horizontalen Durchschnitte nach Linie **1 — 2 — 3** in Figur **5** dargestellt und Figur **6** giebt den verticalen Durchschnitt nach der Axe.

Sie ist, ebenso wie die zugehörige Dampfmaschine von **40** Pferdekraft, nach einem vorhandenen Modelle von **Cavé** in dessen Maschinenbauanstalt ausgeführt worden, so daß die Dimensionen gewissermaßen provisorisch genannt werden können.

Der Cylinder **A** ist aus starken Eisenblechen zusammengesetzt, die an ihren Enden mit breiten Winkeleisen **B** an der Stelle der Flanschen verbunden sind. Die Letzteren verbinden sich also mit den Blechen **A** durch die Nieten **f**, anderseits aber mit den gußeisernen Deckeln **CC'** durch die Schraubenbolzen **g**. Die Deckel sind mit nahe aneinander gelegenen Löchern **hh'**, die sich in zwei Systeme: für die Einsaugung und das Ausblasen theilen, durchlocht. Lederscheiben **DD'**, die mit Löchern von demselben Durchmesser in solcher Stellung versehen sind, daß die Löcher den nicht durchlochten Theilen des Deckels entsprechen, sind

am Umfange und in der Richtung ihrer Durchmesser darübergespannt und zwar diejenigen für das Saugen D unter der entsprechenden Hälfte des Deckels, die anderen D′ zum Ausblasen über derselben. Diese Scheiben bilden die Ventile sowohl für den Austritt der in dem Pumpenkörper enthaltenen Luft, als zum Einlassen der aus der Triebröhre eingesogenen Luft.

Ein Canal mit zwei Zweigen EE′, welche je eine Hälfte der beiden Deckel überdecken, ist darüber festgeschraubt und führt zu der Hauptröhre.

Der Kolben F bietet nichts Neues außer die Anwendung der Lederliederung l, welche durch die Plättchen j befestigt wird. Die Kolbenstange H gelangt durch die Stopfbüchse k an eine Kurbel, welche das Ende der Hauptwelle der Dampfmaschine bildet. Es leuchtet ein, daß, wenn der Kolben sich hebt, die in den Pumpencylinder enthaltene Luft

durch die Oeffnungen des Lederventiles D′ entweicht, während die Luft im Triebrohre durch den Canal E und die Scheibe D in den Cylinder tritt; und daß im Gegentheil der Austritt der Luft durch das Ventil D′ und der Eintritt durch D erfolgt, wenn der Kolben niedergeht.

Da diese Lederscheiben D′, wie erwähnt, Oeffnungen haben, welche nicht mit denen der Deckel zusammenfallen, so legen sie sich, wenn ein Saugen eintritt, gegen Letztere und verschließen hermetisch den Eintritt, da aber ihre ganze Größe etwas die Größe des Deckels übertrifft, so blähen sie sich beim Ausblasen etwas auf wie ein Blasebalg und ihre Öffnungen werden frei, so daß die Luft entweichen kann.

Diese Vorrichtung von Ventilklappen ist sehr interessant; sie erfüllt bei den Luftpumpen von Saint-Ouen völlig ihren Zweck und ist sehr einfach und billig.

Publication Industrielle p. Armengaud, 6 vol.

Horizontale Dampfmaschinen

zum Betrieb der Luftpumpen in *Saint-Germain*

entworfen von

Flachat, gebaut von **Hallette.**

Tafel V.

Die drei stationären Dampfmaschinen zum Betriebe der Luftpumpen der atmosphärischen Eisenbahn von Saint-Germain sind von drei verschiedenen Fabriken ausgeführt worden, aber, da sie sämmtlich nach den Plänen des Oberingenieurs Flachat gebaut worden sind, so differiren sie in der That nur in gewissen minder wichtigen Details. Sie bestehen aus zwei gekuppelten Maschinen für mittleren Druck, mit variabler Expansion und einer von einer speciellen Maschine besorgten Condensation. Diese Art von Condensation, welche die Folge der gesammten Einrichtung ist, gewährt den Vortheil, willkührlich durch eine von der Geschwindigkeit der horizontalen Maschinen unabhängige Beschleunigung, das erforderliche Vacuum erhalten zu können.

Der auf Tafel V dargestellte Apparat arbeitet in Saint-Germain, man kann sich nach dem Studium dieser Maschine leicht von den übrigen eine Vorstellung verschaffen.

Er besteht aus zwei ganz getrennten Systemen, jeder aus zwei liegenden Cylindern, deren Kolbenstangen an dieselbe Welle geschlossen sind, zusammengesetzt. Diese Hauptwelle überträgt die Bewegung durch ein sehr starkes Getriebe auf ein großes in der Mitte einer zweiten liegenden Welle aufgebrachtes Stirnrad und diese zweite Welle trägt die Kurbeln für die Pumpen. Diese Einrichtung, welche dem Motor natürlich eine gewisse Arbeit kostet, gestattet den Kolben in Rücksicht auf die zu verrichtende Arbeit und das Medium, in welchem sie sich bewegen die vortheilhafteste Geschwindigkeit zu geben.

Zur Vertheilung des Dampfes in die Cylinder hat man statt der Schieber eine Art Ventil angewendet, welche den Cornwaller Ventilen sehr ähnlich ist und man hat zur Erleichterung des Austritts des verbrauchten Dampfes ebenso eingerichtete, aber größere Austrittsventile angebracht; Letztere functioniren mittelst gewöhnlicher Excentrics, die Anderen mittelst beweglicher Wellfüße, die mit einem großen kräftigen Regulator in Zusammenhang stehen.

Die periodisch wachsende Kraft, welche erfordert wird, verlangte die Annahme einer variablen Expansion; man bedient sich dazu excentrischer Keile, welche die Vertheilung so reguliren, daß bei zunehmender Geschwindigkeit der Maschine die Schubstangen des Eintrittsventiles von dem schwächeren Theile der Keile, und bei dem entgegengesetzten Gange von den mehr hervorragenden Theilen in Bewegung gesetzt werden.

Die Luftpumpen sind bis auf Geringes von gleicher Construction mit denen zu Nanterre, so daß wir weiter unten nur die Verschiedenheiten hervorzuheben haben werden.

Beschreibung der horizontalen Maschinen.

Fig. 1 giebt eine obere Ansicht des einen Apparates mit seinen gekuppelten Maschinen, den zwei Pumpen und der Transmission. Fig. 2 stellt die eine Maschine im Durchschnitte nach 1—2 nebst Luftpumpe dar.

Von der Vertheilung und Expansion. Man ersieht aus den vorigen Figuren, daß jeder von den zur größeren Sicherheit horizontal gelegten Cylindern A mit vier senkrechten Büchsen BB', welche vier Ventile aa', nämlich zwei a zur Vertheilung und zwei größere a' zum Austritt des Dampfes, umschließen, versehen ist. Gegen die gewöhnliche Anordnung hat der Constructeur die Eintrittsventile von den Austrittsventilen unabhängig gemacht, um die Einführung des Dampfes in einer beliebigen Stellung des Kolbens schließen und folglich mit variabler Expansion arbeiten zu können, während doch der Austritt stets so lange als möglich d. h. fast während des ganzen Spieles offen bleiben kann.

Diese Ventile, über welche schon in unsern Spalten gesprochen worden ist, und deren bei der Beschreibung der Cornwaller Wasserhebungsmaschinen, die wir nächstens geben werden, wieder zu gedenken sein wird, müssen also ganz unabhängig von einander spielen. Die Ersteren, welche sich abwechselnd öffnen und schließen, um dem Dampfe den Eintritt von der rechten oder linken Seite des Kolbens C zu eröffnen, werden mittelst eines Räderwerks und der Müffe mit Vorsprüngen b bewegt, die Anderen, die sich ebenfalls eine nach der anderen schließen und öffnen, werden durch die Excentrics c, welche auf denselben liegenden Wellen DD' stecken und, mit denen ihre Zugstangen d durch die Welle e communiciren, in Bewegung gesetzt. Da die Excentrics unverstellbar sind, so öffnen sie ihre Ventile stets in demselben Maaße und während des größeren Theiles des Kolbenhubes.

Der Dampf tritt aus dem Kessel durch ein weites Rohr E ein, das an das Hauptrohr F anschließt und sich direct mit dem Ventilkasten G (dessen Ventil G' in Figur 5 im Detail gezeichnet ist) verbindet. Das Ventil G' wird durch die Schwungkurbel f an der mit Schraubengang versehenen Zugstange gehoben. Aus diesem Ventilkasten vertheilt sich der Dampf durch die zwei Zweigrohre HH' in die Admissionsventilgehäuse B mit den Ventilen a. Die Zugstangen der Letzteren g sind an gegabelte Hebel l (Fig. 3), die auf der Zwischenwelle j sitzen, gehängt und auf dieser Welle j sitzen auch die Hebel h mit Frictionsrädchen, welche auf den Müffen mit Vorsprüngen b gleiten. Letztere sind, wie Fig. 6 zeigt, durch zwei horizontale Zugstangen n' unter einander verbunden, um zusammen nach Rechts oder Links verschoben zu werden, wenn die Welle n' mit ihren Rückgabeln k durch entsprechende Bewegung der an der unterhalb liegenden Welle l sitzenden Hebel e' nach der einen oder andern Richtung geschoben wird. In der Mitte der Axe l steckt ein großer Zahnbogen m, in welchen eine an der Welle f sitzende Schraube ohne Ende greift, so daß entweder durch das Spillrädchen o an der letzteren Welle, welches zum beliebigen Stellen dient, oder durch das conische Vorgelege p und q, welches die Welle r des Kugelregulators J bewegt, die Verschiebung der Welle erfolgt. Ein beweglicher Muff s, der zwischen beiden Getrieben q und q' eingreift, wird durch die Hebel l'm' mit den Armen dieses Moderators verbunden und steigt oder fällt, je nachdem die Kugeln aus einander, oder zusammen gehen, wodurch die Getriebe mitgenommen werden.

Aus dieser Anordnung folgt, daß das Winkelrad p und folglich die Axe t der Schraube ohne Ende nach Rechts oder Links umläuft, je nachdem sie von dem einen oder andern Getriebe bewegt wird; der Zahnbogen und die Rückgabeln k drehen sich ebenfalls bald nach der einen, bald nach der andern Seite und schieben die Müffe b entweder rechts oder links. Da aber diese Müffe so construirt sind, daß ihr äußerer Umfang nicht in allen Theilen mit der Welle concentrisch ist, sie vielmehr Vorsprünge haben, welche an verschiedenen Stellen mehr oder weniger vortreten und mehr oder weniger Umfang haben, so werden die Frictionsröllchen, welche auf ihnen laufen, nicht immer gleich lange aufgehoben. Wenn daher die Schwungkugeln auseinander gehen, was einen Zuwachs von Geschwindigkeit andeutet, so hebt sich der bewegliche Muff und nimmt das untere Getriebe mit in die Höhe, so daß es in das conische Getriebe p eingreift und die Schraube ohne Ende, den Zahnbogen und die Gabeln dergestalt bewegt, daß die Müffe mit den Vorsprüngen nach Rechts gehen und die Frictionsrädchen also auf die weniger vortretenden Theile zu liegen kommen. Die Ventile, deren Zugstangen an den Hebeln, welche diese Rädchen tragen, befestigt sind, sind alsdann nur kürzere Zeit geöffnet und schließen sich schneller: es tritt sonach weniger Dampf in den Cylinder und er wirkt darin mit größerer Expansion.

Das Umgekehrte findet statt, wenn die Kugeln zusammengehen.

Wir heben nur noch hervor, daß diese Verschiebung der Müffe mit Vorsprüngen ihre Rotation nicht ändert, welche lediglich von der Umdrehung ihrer Axe abhängt, und daß daher die Einwirkung der Excentrics auf die Austrittsventile a' nich im Geringsten gestört wird.

Die letzteren Ventile sind genau wie die ersten construirt; sie haben doppelte Sitze, um einestheils eine geringere Oeffnung nöthig zu machen, anderntheils blos geringen Kraftaufwand zum Oeffnen zu erfordern, indem ihre obere und untere Fläche nahezu gleich sind und sich also sofort nach dem Oeffnen nahezu Gleichgewicht herstellt, so daß man blos das Gewicht des Ventiles, nur um

die geringe Differenz der Dampfpressungen vermehrt, zu überwinden hat. Ein Handhebel u, welcher durch die lange Zugstange v den Einklinkhebel x regiert, gestattet die Winkelräder auszurücken, worauf die Maschine mit vollem Dampfe arbeitet.

Die Dampfaustrittsventile sitzen mit ihren Gehäusen B′ auf den Knieen der Röhren H^2, welche auf die aus Figur 2. und 3. ersichtliche Weise in dem Rohre H^3 zusammenlaufen und dieses führt nach dem Condensator, dessen Luftpumpe durch eine unter den beschriebenen Maschinen aufgestellte, von ihnen ganz unabhängige Dampfmaschine von 24 Pferdekraft betrieben wird.

Uebertragung der Bewegung. Die liegenden Wellen DD′, welche die Excentrics c und die Wellfußmuffe b tragen, und in der Ebene der Cylinderaxe zur Seite desselben liegen, empfangen eine ununterbrochene rotirende Bewegung durch ein conisches Vorgelege II′ aus gleich großen Rädern. Die eine von diesen Wellen trägt überdies noch ein zweites ähnliches Rad K, das in das Rad K′ eingreift und dadurch die Welle y umtreibt, die durch die Winkelräder z und z′ die Bewegung auf die Welle r des Moderators überträgt. Diese Einrichtung gestattete einen Moderator für beide Maschinen anzuwenden, und ihn genau im Mittel des Zwischenraumes aufzustellen und verlangt zur Regulirung der Vertheilung und Expansion nur eine sehr einfache Transmission, welche doch präcis ist und genau im Verhältniß der Geschwindigkeit der Hauptwelle I erfolgt.

Letztere Welle, aus Schmiedeeisen hergestellt, nimmt die Kraft der beiden Maschinen durch die Kurbeln MM′, welche an ihren Enden angesteckt und um 90 Grad gegen einander verwendet sind, auf. Die Warzen f dieser Wellen verbinden die Zugstangen NN′ mit den Querhäuptern OO′ mit Leitrollen, an welche andrerseits die Kolbenstangen PP′ angeschlossen sind. Ein einziges Schwungrad Q ist auf der Mitte der Treibewelle aufgesetzt, um den Gang zu regularisiren und die Einwirkung größere Ungleichheiten in den Widerständen auf den Gang der Maschine zu vermindern. Neben diesem Schwungrade sitzt das große starke Getriebe R, das in das hohe gußeiserne Stirnrad S auf einer zweiten Welle T greift, durch welche die Kolbenstangen der Pumpen bewegt werden.

Es sind nämlich an den Enden der Welle T zwei große Kurbeln U angesteckt, an deren Warzen die starken Zugstangen V hängen und die Letzteren verbinden sich mit ihrem untern Ende mit dem Querhaupte X der Kolbenstangen V′ der Luftpumpen. Diese bewegen sich also in verticaler Richtung, während die Kolben der Dampfmaschinen sich in horizontaler Linie bewegen; ihre Geschwindigkeit ist nothwendigerweise viel geringer, da die Durchmesser der Zahnräder sich wie 1 zu 5 verhalten.

Der ganze Apparat ruht auf einem starken Grunde von Werkstücken L, die durch längs hindurch reichende starke Anker verbunden sind, mit dem starken gußeisernen Gerüste A^2, welche nicht nur die Coulissen C^2 der Kolbenstangen und das Lager der Hauptwelle D^2 umfaßt, sondern auch diese mit den Cylindern verbindet. Starke gußeiserne Rahmen E^2, welche die Fortsetzung des Gerüstes bilden, nehmen die ganze Kraft der Welle T auf und werden von hohen gußeisernen Säulen F^2 getragen, welche auf dem Hausgrunde fußen, wo die Sockel der Luftpumpen aufruhen. Die Leitschienen H^4, welche die Geradführung der Pumpenkolben bewirken, sind gegen seitliche an der senkrechten Mauer des Maschinengrundes angeschraubte Rahmen befestigt.

Die Pumpen von Saint Germain sind in allen Stücken jenen von Nanterre analog, weichen aber in der Zahl und Anordnung der Ventilklappen ab. Bei den Letzteren erfolgt das Einsaugen von Luft nur durch zwei rectanguläre in den Gehäusen Y eingeschlossene Ventile, aber der Austritt der Luft geschieht durch vier große Ventile m′, die sich paarweise öffnen und von denen jedes mit einem kleinen Cylinder F′ von der beschriebenen Einrichtung versehen ist.

Um die Beschreibung zu vervollständigen und einen klaren Begriff von der Größe der besprochenen Maschinen zu geben, fügen wir die Gewichte der Haupttheile bei mit der Bezeichnung, welche sie auf Tafel V. haben.

Luftpumpenkolben U′	3810	Kilogr.
Kolbenstange dazu	580	„
Cylinder „ P′	7950	„
Cylinderboden R′	8035	„
Cylinderdeckel S′	3392	„
Deckelventil m′	109	„
Schmiedeeiserne Welle I mit Kurbel und Getriebe R	6815	„
Kurbel mit Zapfen f′	1150	„
Welle D für die Excentrics . . .	1020	„
Zwei große gußeiserne Zapfenlager mit Metallfuttern	3250	„
Dampfcylinder A mit Boden und Deckel	6849	„
Dampfkolben C nebst Kolbenstange P	760	„
Kurbelstange N	1150	„
Kurbelstange V	1950	„
Großes Stirnrad S	18600	„
Ein Segment des Rades S	1780	„
Gußeisernes Schwungrad Q . . .	13104	„
Schmiedeeiserne Welle T mit zwei Kurbeln	6238	„
Querhaupt der Luftpumpenkolbenstange X	425	„

Mantel des Luftpumpencylinders I'	1170 Kilogr.	Luftpumpe dazu	7932 Kilogr.
Gußeisernes Gewicht A²	26800 „	Die beiden Aparate complet wiegen zusammen	436745 „
Querbalken E² dazu	1340 „		
Condensator mit Injectionsrohr	1150 „		

Armengand, Publ. Indust. vol. 6.

Dampfkessel mit cylindrischen Feuer- und Rauchröhren

für die horizontalen Dampfmaschinen von *Saint-Germain*,

erbaut von

Derosne und Cail.

Tafel VI.

Die Dampferzeugungs-Apparate, welche die Betriebsmaschinen unterhalten, sind an und für sich sehr wichtige Anlagen, vorzüglich so in Saint-Germain, wo der Motor ein doppelter, oder wie wir gesehen haben, aus vier Maschinen von über 100 Pferdekraft zusammengesetzt ist. Es leuchtet ein, daß zur Erzeugung des zu einer solchen Kraft erforderlichen Dampfes Kessel von beträchtlichen Dimensionen nöthig werden; es sind deren zwölf vorhanden, welche parallel nebeneinander oder richtiger zu sechs Paaren angeordnet sind, indem jeder Generator aus zwei Kesseln von cylindrischer, dem Aeußern nach gleicher Form besteht. Der eine Cylinder ist mit Röhren gefüllt, der andere enthält den Rost und ein inneres Siederohr.

Nach dieser Anordnung wird die Flamme während ihres ganzen Weges benutzt, zunächst, indem sie die innere Fläche des Feuerrohres erhitzt, dann indem sie die äußere Fläche des Kessels bestreicht und endlich, indem sie sich durch die Rauchröhren nach der Esse begiebt.

Beschreibung der Dampfkessel.

Die Figuren auf Tafel VI erläutern gründlich die Anordnung dieses Systemes und der dabei vorkommenden Sicherheitsapparate. Da die Einrichtung jedes Kesselpaares identisch ist, so haben wir nur einen Theil des Ganzen dargestellt. Figur 1. giebt eine äußere Ansicht und den Durchschnitt nach Linie 1—2 des einen Theils des Ofens, der sich durch die ganze Länge des sämmtliche sechs Kesselpaare umfassenden Kesselhauses erstreckt.

Figur 2 ist ein Verticaldurchschnitt senkrecht auf dem ersten durch die Axe eines Röhrenkessels oder die Linie 3—4 gelegt. Figur 3 ist ein Horizontaldurchschnitt in der Ebene der Kesselaxen, welcher die Communication zwischen den Kesseln eines Kesselpaares zeigt.

Von den Oefen und dem Zuge. Von dem zwei zu einem Dampferzeuger gehörigen Kesseln enthält der eine A das große Feuerrohr B, welches den Heerd bildet und den langen Rost C trägt, und der andere A' ein System von Messingröhren a, 10 Centimeter weit, durch welche Flamme und Rauch hindurchstreichen, und welche von Wasser umgeben sind.

Da man zur schnellen Erzeugung des Dampfes nach einer möglichst großen Heizfläche trachten mußte, so ist der Ofen so eingerichtet, daß die Flamme und der Rauch den möglichst langen Weg durchlaufen, ehe sie in die Esse eintreten; zur Regulirung dient ein Register b' (Figur 2 u. 3). Es wird der Zweck der schnellen Dampferzeugung dadurch erreicht, daß ein kleines Wasserquantum mit einer großen Heizfläche in Contact tritt; um aber die Verbrennung noch zu beleben und nie an schwachem Zuge zu leiden, hat man die Feuerungen mit einem gemeinsamen Ventilator versehen, der bei der Annäherung der aufwärts gehenden Züge in Thätigkeit gesetzt wird und die Luft in einer blechernen Luftleitung E, die vor den Kesseln vorbeigelegt ist, zuführt. Eine Abzweigung F, welche beliebig durch ein Register aus Eisenblech geschlossen wird, um die Menge der unter den Rost zuzulassenden Luft zu reguliren, oder dieselbe ganz abzusperren, wenn ein Kesselsystem ruht, geht vor jedem Ofen von diesem Rohre ab. Das Feuerrohr des ersten Kessels ist durch eine zweiflüglige Ofenthüre c geschlossen, durch welche das Brennmaterial auf den Rost C geschüttet wird. Darunter befindet sich eine Klappe G, welche den Aschenraum über dem Einmündungsrohre des Ventilators schließt. Sie wird von Ketten d mit Gegengewicht getragen, die über Rollen e an der Seite gelegt sind, und läßt sich also bei dem Reinigen leicht aufziehen; an ihrer obern Kante trägt sie ein umgebogenes Blech f, womit sie die Einmündung des Ventilators schließt, wenn man sie niederschiebt.

Das Ende der Röhrenkessel ist durch eine blecherne Thüre H nach Art derer bei Locomotiven geschlossen, die sich von unten nach oben öffnet und durch sieben Wirbel h am Umfange zugehalten wird; sie wird an den Handhaben l geöffnet, wenn man die Röhren untersuchen will, sei es um sie zu putzen, oder einer Reparatur halber.

Auf der Vorderseite des Ofens, dessen Gemäuer mit starken Eisenplatten I mit Verstärkungsribben J armirt ist, befinden sich die Probirhähne j, j¹, j², mit welchen man

den Wasserstand in jedem Kessel untersuchen kann, sowie ferner die Wassergläser k, welche denselben Zweck erfüllen.

Von den Dampfreservoirs. Da die von uns beschriebenen Kessel zu einem intermittirenden Dampfverbrauche bestimmt sind, so war es unumgänglich nothwendig, den erzeugten Dampf, zunächst aus Gründen der Oeconomie und zweitens, um bei der Ankunft eines Zuges in Vesinet stets bereit zu sein, aufspeichern zu können. Zu diesem Zwecke ist jeder Kessel mit einem hohen Dome K aus Eisenblech versehen, welcher als Dampfreservoir dient und mit einem Mantel L gegen die Abkühlung umgeben ist; auf diesem Dome sind die Sicherheitsvorrichtungen angebracht. Untereinander sind dieselben paarweise durch ein horizontales Rohr M verbunden und das ganze System mündet in das lange Rohr N aus, welches den Dampf nach den Maschinen zu führen bestimmt ist und mit den Stellventilen O (Figur 4) versehen ist.

Ein solches Ventil bewegt sich in dem gußeisernen Gehäuse l, das die Verlängerung des in die Reservoirs eintretenden Zuführungsrohres P bildet; es wird durch die oben angesteckte Kurbel m gestellt, in welcher sich die schraubenförmig geschnittene Ventilstange n aufschraubt, nachdem sie durch die broncene Mutter o hindurchgegangen ist. Auf dem Deckel des Gehäuses l stehen kleine Säulen p, welche gleichzeitig für die Gleitschiene q zur Leitung und für das Kreutz r mit der Schraubenmutter o zur Befestigung dienen. Obgleich das Rohr N längs der sämmtlichen zwölf Kessel hinführt, so hat man doch nur für jeden Doppelkessel ein Stellventil, sowie es auch nur ein Austrittsrohr P für dieselben giebt, daß in dem oberen Theile des einen Reservoirs ausmündet und nach dem Ventile führt.

Von der Speisung und den Sicherheitsventilen. Die Sicherheitsventile bestehen aus einem gußeisernen Fußstücke P' (Figur 5) mit zwei Rohransätzen, wovon der eine s das eigentliche Sicherheitsventil t, das durch einen Hebel u mit Gewichtsbelastung v geschlossen wird, trägt und der andere s' nach einem Rohre Q führt, das über das Dach hinaus reicht und den Dampf ableitet, welcher bei geöffnetem Ventile, wo folglich der Druck im Kessel zu groß wird, ausströmt. Ein auf demselben Fußstücke aufgeschraubter Träger x, welcher in einer eingetheilten Scala v endigt, leitet den Draht eines Schwimmers hindurch, dessen Kette über die Rolle z läuft, um das Gegengewicht a' zu tragen. Der Draht b' dieses Schwimmers ist innerhalb des Reservoirs an zwei Hebeln c^1 c^2 befestigt, wovon der erstere gegen ein kleines Ventil drückt und es schließt. Sobald der Schwimmer R sinkt wird dieses Ventil frei, und läßt einen kleinen Dampfstrahl ausströmen, welcher bei seinem Austritte die Alarmpfeife d' zum Tönen bringt und Warnung giebt, daß der Wasserstand zu tief herabgesunken sei.

Die Kessel sind ferner mit offenen Manometern nach dem Richard'schen System versehen.

Das Speisewasser gelangt durch die von der besonderen Condensatordampfmaschine betriebenen Pumpen mittelst des Communicationsrohres S, welches ebenfalls vor jedem Röhrenkessel mit einem Ventile T von der aus Figur 6 ersichtlichen Einrichtung versehen ist, nach den Kesseln und kann dem einen oder andern beliebig zugewiesen werden. Der Heizer, der auf der Vorderseite des Kessels steht, kann das in dem Gehäuse T eingeschlossene Ventil e' mittelst der Stellschrauben f' (Figur 7 und 8), die von den Hebeln g' (Figur 1 und 2) herabgehen und durch die Kurbeln h' gedreht werden, reguliren, indem diese Schrauben durch die Leitungen i', die an der gußeisernen Platte k' befestigt sind, hindurchgehen. Je höher man f' aufschraubt, um so höher kann das Ventil e' von dem zuströmenden Wasser gehoben werden und um so mehr Wasser wird durch das Rohr l' abgeführt werden. Man hat es vorgezogen, das Wasser in die Röhrenkessel einzulassen, um den aus der Temperaturdifferenz hervorgehenden schnellen Uebergang zu vermeiden, und das Wasser in die Kessel mit Feuerrohr erst nach Annahme einer etwas höheren Temperatur einzuführen.

Bei dem ersten Ingangsetzen oder nach völligem Entleeren und Reinigen der Kessel füllt man sie durch ein Seitenrohr U auf der Hinterwand, das aus einem gemeinsamen Reservoir gespeist wird. Dieses Rohr ist mit Hähnen m' versehen, welche die Verbindung mit jedem Kessel herstellen.

Jeder Kessel mit Feuerrohr steht mit seinem Nachbarröhrenkessel durch ein gekrümmtes gußeisernes Rohr V in Verbindung, so daß bei der Speisung des einen sich auch das gleiche Niveau im andern Kessel herstellt und sich ebenso beide gleichzeitig leeren. Sie sind auch sämmtlich mit einem seitwärts einmündenden Mannloche versehen, das wie gewöhnlich durch einen gußeisernen Deckel n' geschlossen wird.

Das Ausleeren dieser Kesselapparate erfolgt durch die Ablaßrohre Y, die mit Hähnen p' versehen sind und das Wasser in ein gemeinschaftliches Ablaßrohr Z führen, in welchem es aus dem Gebäude abfließt.

Anbringung und Verbindung der Rohre. Man sieht, daß Nichts vergessen worden ist, um dieses System von Kesseln so vollkommen und bequem als möglich zu machen. Untadelhaft ausgeführt in der Fabrik von Derosne und Cail ist es zunächst von Lemaitre in La Chapelle geprüft und von Letzterem ein sehr günstiges Gutachten darüber abgegeben worden.

Wir haben gesehen, daß 6 von den Kesseln nach Art der Locomotivenkessel mit Röhren versehen sind. Diese genau wie bei den Locomotiven vertheilten Röhren haben einen viel größeren Durchmesser, weil die Kohlen, welche man statt der Kokes, anwendet einen sehr dichten Rauch entwickeln. Seitdem haben Lemaitre und viele andre Maschinenbauer eine andre Anordnung angenommen, nämlich

nach nicht unterbrochenen senkrechten Reihen wie in Fig. 9. Diese Anwendung gewährt mehrfache Vorzüge, indem die Verbindungsplatten weniger geschwächt werden, die Niederschläge weniger schnell erfolgen können und den Dampfbläschen ein freieres Aufsteigen ermöglicht wird, statt des gewundenen Weges, den sie bei dem ältern System anzunehmen gezwungen sind.

Faivre hat ebenfalls einfache und wichtige Verbesserungen in der Befestigung dieser Röhren eingeführt. So bildet sich bekanntlich nach einiger Zeit, vorzüglich in den Schiffskesseln, ein ziemlich dicker Niederschlag von Kesselstein um das Kupferrohr, welcher nicht blos wegen der möglicherweise dadurch verursachten Unfälle, wegen der Verengung des Wasserraumes und der Vermehrung des Brennmaterialverbrauches, sondern auch deshalb so schädlich wirkt, weil man im Falle einer Reparatur sehr große Schwierigkeiten findet, das Rohr herauszunehmen, da das Loch,

worin es befestigt ist, nicht weit genug ist, um es herausnehmen zu können. Faivre hat daher vorgeschlagen das Ende des Rohres conisch zu gestalten mit weitem Durchmesser am Ende, damit bei vorkommenden Reparaturen, beim Putzen oder beim Besichtigen das Herausnehmen mit Leichtigkeit und ohne Beschädigung der Platte vorgenommen werden könne.

Nach den Versuchen von Lemaître, die mehrfach wiederholt wurden, verursachte eine Unterbrechung des Ganges der Maschinen von einer Stunde, auf welche eine Thätigkeit von 10 bis 12 Minuten folgte, nur einen Mehrverbrauch von ein Drittel des Brennmaterials. Man verschloß dabei sorgfältig jeden Ausweg beim Ein- und Austritte der Gase unter dem Kessel, während man dagegen für die Zeit der Thätigkeit die Verbrennung durch Oeffnung aller Zuglöcher und einen Ventilator zwei bis drei Minuten lang aufs lebhafteste steigerte.

Armengaud Publ. Ind. vol. 6.

Versuche über den Ventilator

von **Buckle**.

Vortrag in dem *Institute of Mechanical Engineers, Birmingham.*

Erster Theil.

Der in dieser Abhandlung besprochene Gegenstand ist eine Reihe von Versuchen am Ventilator — eine zwar bekannte Maschine, über deren Construction jedoch aus diesen Versuchen vielleicht einige nützliche Winke gefolgert werden können. Der Ventilator ist für Schmiedewerkstätten und Gießereien eine unentbehrliche Maschine geworden, welche Zeit und Arbeitsersparniß und andere Vorzüge vor den alten Bälgen gewährt. Der gleichförmige Luftstrom des Ventilators läßt sich gegen die stoßweise Wirkung der Letzteren nicht genug hervorheben. Bei Ventilatorgebläse kann der Schmiedt sein Eisen mit Sicherheit erhitzen; er kann die Größe seiner Düsenöffnung nach Belieben stellen, ohne der Pressung zu schaden und kann ein Stück bequem anwärmen, während er ein anderes ausschmiedet.

In wohleingerichteten Schmiedewerkstätten ist das Hauptrohr des Ventilators mit einem Windkasten und Düsen von 1 bis 3 Zoll Durchmesser versehen. Die Pressung des Windes schwankt zwischen vier bis 5 Unzen pee Quadratzoll. Eine Düse von $1^5/_8$ Zoll Weite ist bei mittlerer Maschinenkraft anwendbar.

Die gewöhnliche Stellung des Ventilators in seinem Gehäuse ist die excentrische. Der fortwährend wachsende Zwischenraum zwischen den Enden der Flügel und dem Mantel verursacht einen allgemeinen zunehmenden Luftstrom nach der Ausflußmündung. Die Lufttheilchen, welche durch die Eintrittsöffnung in den Ventilator gelangen, würden eine kreisförmige Bewegung wie die Flügel annehmen, wenn Centrifugalkraft sie nicht nach den Enden der Flügel schleuderte und diese Wirkung wiederholt sich bei jedem Lufttheilchen bis sie gegen den Mantel gelangen und durch die Austrittsöffnung ausgestoßen werden. Die Centrifugalkraft ist es also, welche die Luft forttreibt und anhäuft, doch wird sich zeigen, daß es eine gewisse Geschwindigkeit des Flügels giebt, welche die günstigste Leistung erzeugt.

Ein gewöhnlicher excentrisch aufgebrachter Ventilator von 4 Fuß Durchmesser mit 10 Zoll weiten und 14 Zoll langen Schaufeln, welcher 870 Umdrehungen pro Minute macht, liefert für 20 Düsen mit $1^5/_8$ Zoll Durchmesser ununterbrochen Wind von 4 Unzen Pressung pro Quadratzoll. Die hier zu beschreibenden Versuche wurden mit einem Ventilator von 3 Fuß $10^{13}/_{16}$ Zoll Durchmesser, und $10^3/_4$ Zoll breiten, 14 Zoll langen Flügeln, welcher $1^7/_{16}$ Zoll außer der Axe des Mantels gelagert war und dessen fünf Flügel 6 Grad von der Richtung den Durchmesser abwichen; die Eintrittsöffnungen an der Seite des Mantels maßen $17^1/_2$ Zoll im Durchmesser, die Austrittsöffnung 12 Zoll im Quadrat; der Zwischenraum zwischen den Flügelenden und dem Mantel wuchs von $^3/_8$ Zoll bis zu $3^1/_2$ Zoll senkrecht unter dem Mittel. An dem Austrittsrohre, welches nach den Düsen führte, war ein Schieberventil angebracht, durch welches die Luftmenge genau nach der verlangten Pressung regulirt wurde.

Das Manometer war eine mit Wasser gefüllte eingetheilte Glasröhre, da die Wassermanometer empfindlicher sind und die Angaben mehr differiren als bei Quecksilber.

Die Versuche wurden in der Absicht angestellt, aufzufinden, welche Dichtigkeit erhalten werden würde, wenn man bei verschlossener Austrittsöffnung oder auch bei mehr oder weniger freiem Austritte die Flügel mit einer gewissen Geschwindigkeit in Umdrehung versetzte, so wie auch zu bestimmen, welche Betriebskraft bei diesen verschiedenen Verhältnissen erfordert würde.

Die Betriebskraft wurde durch einen Indicator gemessen, wobei Friction der Maschine und der Uebertragung abgerechnet worden sind. Unter dem Ausdrucke theoretische Geschwindigkeit wird die Geschwindigkeit verstanden, welche ein freifallender Körper von einer Höhe, die mit der Luftsäule bei der gegebenen Pressung äquivalent ist, erlangen würde.

Wir kommen nun zu den in Tabelle I. zusammengestellten Experimenten.

Tabelle Nr. 1.

a) Mit Eintrittsöffnungen von $17\frac{1}{2}$ Zoll Weite und 14 Zoll langen, und $10\frac{2}{3}$ Zoll breiten Flügeln.

Nummer der Beobachtung.	Umdrehungszahl des Ventilators pr. Min.	Geschwindigkeit der Flügelenden in Fußen pr. Secunde.	Dichtigkeit der Luft in Unzen pr. Qu. Zoll.	Querschnitt der Austrittsmündung in Q. Zll.	Angegebene Pferdekräfte.
1	1160	236,8	9,4	0	9,6
2	1081,6	220,8	7,9	0	7,54
3	1000	204,16	6,9	0	6,68
4	907,5	185,28	5,6	0	5,36
5	840	171,5	4,5	0	3,82
6	705,8	144,1	3,5	0	2,21
7	1086,6	221,8	7	37,5	13,31
8	1063,3	217,09	7	38,12	11,02
9	1086,6	221,8	6	48,75	13,81
10	1045	213,33	6	53,12	12,54
11	941,6	192,2	6	24,37	6,43
12	1086,6	221,8	5	60	14,26
13	1035,8	211,5	5	65	13,05
14	950	193,9	5	52,5	8,75
15	855	174,5	5	22,5	4,53
16	1086,6	221,8	4	69,3	14,19
17	1035,8	211,48	4	75	13,3
18	996,6	196,6	4	65,6	9,5
19	870	177,6	4	78,1	11,3
20	760	155,8	4	33,1	3,3
21	983,3	200,7	3	82,6	10,15
22	885	174,5	3	102,7	10,6
23	773,3	157,8	3	89,6	7,56
24	659,2	134,5	3	56,2	2,98

b) Mit verengter Austrittsöffnung von 4 Zoll Tiefe und 7 Zoll Weite, und 15 Zoll weiter Eintrittsöffnung bei 16 Zoll langen, 6 Zoll breiten Flügeln.

Mit Ausfluß	880	163,3	4,5	0	2,38
Mit Ausfluß	885	180,7	5,7	0	2,89
Ohne Ausfluß	786,6	160,5	4,0	13,75	2,9
Ohne Ausfluß	885	180,7	4	25	4,76
Ohne Ausfluß	870	177,6	5	10	3,5
Ohne Ausfluß	773,3	157,8	3	37,5	3,2
Ohne Ausfluß	878,5	159,1	3	35	5,0

Die in jeder Columme aufgeführten Größen sind aus den Ueberschriften zu entnehmen.

Vergleichen wir zunächst die Geschwindigkeit der Flügelenden mit der Betriebskraft und nehmen wir zunächst die Versuche 1 bis 6 in Betracht, so sehen wir, daß den Geschwin-

digkeiten 236,8 220,8 202,1 185,2 171,5 und 144,1
die Pressungen 9,4 7,9 6,9 5,6 4,5 3,5

Unzen pro Quadratzoll entsprechen, wobei nicht zu übersehen ist, daß der Ventilator keine Luft hergiebt, sondern die Geschwindigkeit der Flügel blos auf Erhaltung einer gewissen Pressung verwendet wird. Die hierzu erforderliche Geschwindigkeit steht nicht in directem Verhältnisse zu der Dichtigkeit. *)

*) Anmerkung. Wir wollen sehen, welchen Aufschluß über dieses Verhältniß die Theorie giebt.

Nach den von Hrn. Prof. Weisbach in seinen Vorträgen entwickelten Formeln wird die Pressung gegeben durch

$$h = b \left[e^{\frac{c^2}{2g} \frac{\gamma}{p} \left(\frac{R^2 - r^2}{R^2} \right)} - 1 \right]$$

wenn h die Manometerhöhe
b die Barometerhöhe
c die Umfangsgeschwindigkeit
R den äußeren Durchmesser
r den inneren „
γ die Dichtigkeit der äußeren Luft
p den Druck der Atmosphäre pro Flächeneinheit
e die Basis des Systems der natürlichen Logarithmen bedeutet.

Wenn der Exponent $\frac{c^2}{2g} \frac{\gamma}{p} \left(\frac{R^2 - r^2}{R^2} \right)$ eine kleine Größe ist, so kann man hierfür annähernd setzen

$$h = b \frac{c^2}{2g} \frac{\gamma}{p} \left(\frac{R^2 - r^2}{R^2} \right)$$

Letztere Näherungs Formel gestattet, ein einfaches Verhältniß für verschiedene Pressungen zu den zugehörigen Geschwindigkeiten abzuleiten. Denn bleiben alle übrigen Verhältnisse gleich, so folgt

$$h_, = b \frac{c_,^2}{2g} \frac{\gamma}{p} \frac{R^2 - r^2}{R^2}$$

daher $h : h_, = c : c_,^2$ das ist

die Pressungen verhalten sich wie die Quadrate der Geschwindigkeiten und in der That bestätigt sich dieses Gesetz ziemlich gut durch die Versuche. Denn setzen wir die geringste Pressung von 3,5 Unzen gleich 1 und das Quadrat der zugehörigen Geschwindigkeit ebenfalls der Einheit gleich, so wird erhalten

Quadrate der Geschwindigkeiten 2,70 2,35 1,97 1,65 1,42 1
Pressungen 2 69 2,26 2,97 1,60 1,29 1

Zwei Verhältnißreihen, die so gut, als nur zu erwarten zusammenfallen.

D. R

Es scheint aus den Versuchen das Gesetz zu folgen, daß die Geschwindigkeit der Flügel 0,9 von derjenigen sein müsse, welche ein freifallender Körper bei einer der Dichtigkeit der Luftsäule entsprechenden Fallhöhe annehmen würde. *) Wir haben dies die theoretische Geschwindigkeit genannt und sie wird durch folgende Rechnung gefunden.

Das Wasser ist 827 mal so schwer als die Luft, das Quecksilber 13,5 mal so schwer als das Wasser, folglich 11164 mal so schwer als die Luft. Eine Quecksilbersäule von 1 Zoll Höhe würde also einer Luftsäule von 11164 Zoll = 930,3 Fuß Höhe das Gleichgewicht halten. Ist nun A die Länge einer Quecksilbersäule, welche einer Luftsäule bei einer gewissen Pressung äquivalent ist, so ergiebt sich die theoretische Geschwindigkeit V durch

$$V = \sqrt{64 \,.\, 930{,}3 \,.\, A}$$

Berechnet man diese Größe für die genannten Versuche und nimt $^9/_{10}$ davon und vergleicht dieses alsdann mit der Umfangsgeschwindigkeit des Ventilators als Einheit, so hat man als $^9/_{10}$ der theoretischen Geschwindigkeit

für Versuch No. 1.	1,004	im Mittel 1,008
2.	0,986	
3.	1,008	
4.	0,990	
5.	0,960	
6.	1,00	

Dasselbe Verhältniß stellt sich auch dann heraus, wenn die Ausströmungsöffnung frei ist; es tritt also die Maximalleistung des Ventilators ein, wenn die Umfangsgeschwindigkeit der Flügel zwischen der theoretischen Geschwindigkeit und $^9/_{10}$ davon liegt, und es wird dann die größte Windmenge mit dem geringsten Kraftaufwande erhalten. Beziehen wir uns zur weitern Erläuterung auf unsere Tabelle. Bei Nr. 10 beträgt die Flügelgeschwindigkeit 213,33 Fuß pro Secunde, die theoretische 211 Fuß, also nahezu ebensoviel. In Nr. 11 ist die Umfangsgeschwindigkeit 192 Fuß und $^9/_{10}$ von der theoretischen 190 Fuß pro Secunde. Nun ist die Pressung in beiden Fällen gleich, in Nr. 10 beträgt aber die Luftmenge 77,9 Cubicfuß pro Secunde bei 12,5 Pferdekraft, und in Nr. 11 hat man 35,7 Cubicfuß Luft mit 6,4 Pfkr. erhalten, also sind die Luftmengen nahezu der Betriebskraft proportional. In der folgenden Aufführung sind die theoretische Geschwindigkeit und die Luftmenge und Pferdekraft, welche beim funfzehnten Versuche beobachtet wurden der Einheit gleichgesetzt; man erhält alsdann

bei Versuch	d. theoret. Geschw.,	die Pressung,	d. Umfangsgeschw.,	d. Luftmenge,	die Betriebskraft
15	1	5	0,906	1	1
14	1	5	1,007	2,34	1,93
12	1	5	1,150	2,67	3,16
20	1	4	0,900	1,00	1
19	1	4	1,029	2,4	3,42
18	1	4	1,133	2,02	3
17	1	4	1,225	2,30	4
16	1	4	1,280	2,12	4,27
11	1	6	0,913	1,00	1
10	1	6	1,009	2,18	2
23	1	3	1,050	1,59	2,53
22	1	3	1,160	2	3,56
21	1	3	1,338	1,47	3,40
7	1,028	1	1	1	1
9	0,950	0,857	1	1,203	1,03
12	0,869	0,714	1	1,35	1,06
16	0,777	0,571	1	1,40	1,11

Bei den zuletzt angeführten vier Versuchen ist die Umfangsgeschwindigkeit als Einheit angeführt und die Pressungen, Luftmengen und Betriebskräfte als Vielfache der entsprechenden Größen bei dem 7. Versuche angegeben.

Fast alle Versuche beweisen, daß die günstigsten Resultate erlangt werden, wenn die theoretische und die Umfangsgeschwindigkeit gleich gemacht werden Es leuchtet von selbst ein, daß bei einer Vermehrung der Umfangsgeschwindigkeit und bei der Verdoppelung des Luftquantums mehr als die doppelte Betriebskraft erfordert wird, wenn die Pressung dieselbe bleiben soll.

In einer neuern Versuchsreihe waren die Eintrittsöffnungen auf der Seite des Ventilatorgehäuses von $17^1/_2$ Zoll Durchmesser auf 12 und 6 Zoll Durchmesser verengt, wobei folgende Resultate erhalten wurden.

Erstens, daß die Betriebskraft bei auf 12 Zoll zusammengezogenen Eintrittsöffnungen sich wie $2^1/_2$ zu 1 verhielt zu derjenigen, welche bei $17^1/_2$ Zoll Durchmesser nöthig war, wenn Geschwindigkeit und Luftmenge nahe gleich blieben.

Zweitens daß die Betriebskraft bei auf 6 Zoll zusammengezogener Eintrittsöffnung wieder $2^1/_2$ mal so groß war, als bei $17^1/_2$ Zoll weiten Oeffnungen, wenn die Geschwindigkeit und Düsenweite dieselbe blieb, die Pressung aber um $^1/_4$ abnahm.

*) Anmerkung. Die Ausflußgeschwindung der Luft wird annähernd durch die Formel

$$c_1 = \sqrt{2gh\frac{G}{\gamma}}$$

bestimmt, worin G die Dichtigkeit des Quecksilbers
γ " " der Luft
h die Pressung
bedeutet und wenn man hierin den obengefundenen Ausdruck von h substituirt,

$$c_1 = \sqrt{2gb\frac{c^2}{2g}\frac{\gamma}{bG}\left(\frac{R^2-r^2}{R^2}\right)\frac{G}{\gamma}} = c\sqrt{\frac{R^2-r^2}{R^2}}$$

Es besteht also das einfaches Verhältniß

$$c_1 = c\sqrt{1-\left(\frac{r}{R^2}\right)}$$

Ist nun, wie bei dem zu den Versuchen benutzten Ventilator $\frac{r}{R} = {}^7/_{21} = {}^1/_3$, so wird $c = c\sqrt{1 - {}^1/_9} = \frac{c}{3}\sqrt{8}$ $= 0{,}943\ c$ erhalten. Die Theorie giebt also ein völlig mit den Versuchen übereinstimmendes Resultat. D R.

Diese Experimente zeigen, daß man den Eintrittsöffnungen eine hinreichende Größe geben muß, damit die Luft bei ihrem Wege zu den Flügeln freier und ungehindert sei, daß aber jede Störung dieser Bewegung auf Kosten der Betriebskraft erfolge.

Weitere ausführliche Versuche mit veränderten Eintrittsöffnungen und verschiedener Flügelgröße sind in fol-

genden Tabellen aufgeführt. Zu diesem Ende wurde die Eintrittsöffnung sehr groß gemacht und so vorgerichtet, daß sie durch eingesetzte Ringe beliebig verengert werden konnte, auch bekam der Ventilator Flügel von verschiedener Größe. Die Ueberschriften der Tabellen geben an, unter welchen Verhältnissen die Versuche angestellt wurden; zur Vergleichung gehe man auf Tabelle I. zurück.

	Tabelle Nr. 2.					Tabelle Nr. 3.					Tabelle Nr. 4.				
	a) Eintrittsöffnungen von 30 Zoll Durchmesser. Flügellänge 8 Z. Breite $10^3/_4$ Z.					a) Eintrittsöffn. $24^3/_4$ Zoll Durchmesser. Flügellänge 11 Zoll, Breite $10^3/_4$ Zoll.					a) Eintrittsöffn. von $20^1/_8$ Zoll Durchm. Flügellänge $13^3/_8$ Zoll, Breite $10^3/_4$ Zoll.				
Versuchsnummer.	Umdrehungszahl pr. Minute.	Umfangsgeschwindigkeit pr. Secunde.	Pressung in Unzen pr. Quadratzoll.	Querschnitt der Austrittsöffnung in Quadratzollen.	Betriebskraft in Pferdekräften.	Umdrehungszahl pr. Minute.	Umfangsgeschwindigkeit pr. Secunde.	Pressung in Unzen pr. Quadratzoll.	Querschnitt der Ausflußmündung in Quadratzollen.	Betriebskraft in Pferdekräften.	Umdrehungszahl pr. Minute.	Umfangsgeschwindigkeit pr. Secunde.	Pressung in Unzen pr. Quadratzoll.	Querschnitt der Austrittsmündung in Quadratzollen.	Betriebskraft in Pferdekräften.
1	1160	236,8	6	0	11,92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1081,6	220,8	5,3	0	10,5	1000	224,5	5,8	0	6,1	1081,6	220,8	7,7	0	8,40
3	1000	204,16	5	0	7,65	1000	204,16	5,5	0	5,96	1000	204,16	6,7	0	7,84
4	900	183,78	4,3	0	5,54	900	183,7	4,8	0	4,13	900	183,7	5,5	0	5,2
5	786	160,59	3,3	0	4,42	830	163,3	3,8	0	3,9	786,6	160,5	4,4	0	4,45
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1063,3	217,09	7	25	10,7
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1063,3	217,09	6	42,5	11,47
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	966 6	196,68	6	35	10,07
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	1170	238,8	5	30,62	12,02	1000	204,1	5	31,8	7,3	966,6	196,68	5	65	10,04
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	878,5	197,15	5	37,5	7,3
16	1160	236,8	4	53,7	12,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	1081	220,8	4	46,2	10,4	1063,3	217,09	4	45	7	983,3	200,7	4	79,6	12,7
18	966,6	196,6	4	60	11,2	983,3	200,7	4	55	8,9	870	177,6	4	66	9,9
19	878,5	179,1	4	40	6,6	885	180,7	4	48,1	6,17	773,3	157,8	4	35	5,7
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	1100	224,5	3	63,7	9,23	1100	224,5	3	63,7	8,7	—	—	—	—	—
22	966,6	196,6	3	99,6	10,25	966,6	196,6	3	70	7,29	—	—	—	—	—
23	878,5	179,1	3	68,7	8,84	870	177,6	3	82	7.8	870	177,6	3	103,6	10,7
24	780	159,2	3	57,5	6,55	786,6	160,5	3	65	6.76	786.6	160,5	3	97,1	10,42
	b) Ausflußöffnung 4 Zoll tief					b) Ausflußöffnung $3^1/_2$ Zoll tief.					b) Ausflußöffnung 4 Zoll tief.				
Mit Ausfluß.	855	108,7	4	40	7,5	760	121,8	3,5	35	2,4	900	183,7	4	40	6,9
Ohne Ausfluß.	900	182,7	4,5	0	6,24	826,6	168,7	4	0	2,75	885	180,7	5,5	0	3,7
	Ausflußöffnung wie anfangs (12 Z. t.)					Ausflußöffnung wie anfangs (12 Z. t.)					Ausflußöffnung wie anfangs (12 Z. t.)				
Mit Ausfluß.	885	180,7	4	40	8,25	813	166	$3^1/_2$	40	3.98	885	180,7	4	60,7	9,3
Ohne Ausfluß.	900	182,3	4,15	0	7,35	813	166	4	0	3,46	885	180,7	$5^1/_2$	0	4,1

Bei den ersten 5 Experimenten findet kein Ausfluß statt und wenn wir aus diesen Experimenten die Mittelwerthe nehmen und das Mittel aus Tabelle 1 als Einheit ansetzen, so finden folgende Verhältnisse statt:

	Pressung des Windes.	Betriebskraft.
Tabelle 1.	1	1
— 2.	0,69	1,21
— 3.	0,8	0,9
— 4.	1	1,1

Die ursprüngliche Einrichtung des Ventilators steht also im Vortheil, und Aehnliches findet auch statt, wenn der Ventilator Wind giebt. Wir wollen nun die Eintrittsöffnungen und Flügellänge in Betracht ziehen.

Aus den Versuchen geht hervor, daß der längere Flügel *) hinsichtlich der bei gleichem Kraftaufwande erhaltenen Pressung den Vorzug verdient. So wird bei 14 Zoll langen Flügeln (Taf. 1) deren Enden 236,8 Fuß Geschwindigkeit haben, die Luft auf 9,4 Unzen pro Quadratzoll Ueberdruck über den atmosphärischen mit 9,6 Pferdekraft comprimirt, während bei einem Ventilator mit 8 Zoll langen Flügeln, welcher gleiche Umfangsgeschwindigkeit hat (Tabelle 2) die Pressung nur 6 Unzen und die Betriebskraft 12 Pferdekräfte beträgt. Die Dichtigkeit ist also nahe blos $^6/_{10}$, die Betriebskraft dagegen $^6/_4$ von derjenigen im ersten Falle.

Obgleich die Umfangsgeschwindigkeit dieselbe ist, so ist doch die Geschwindigkeit der innern Flügelenden sehr abweichend, sie beträgt bei dem 14zölligen Flügel 90,8 Fuß, bei dem 8zölligen aber 151,75 Fuß pro Secunde, ist also bei Letzterem 1,67 mal so groß, als bei dem ersten. Da der längere Flügel bis näher ans Mittel reicht, so schlägt er die Luft mit weniger Geschwindigkeit und läßt ihr freiern Eintritt; es folgt also von selbst, daß der kürzere Flügel mehr Kraft verbrauchen muß und nicht so viel Luft aufspeichern kann.

*) Anmerkung. Der oben gefundene Näherungswerth

$$c_, = c\sqrt{1-\left(\frac{r}{R}\right)^2} = c\sqrt{\left(\frac{l}{R}\right)^2}$$

wenn man l die Flügellänge bezeichnet, giebt zu erkennen, daß die Flügellänge ein sehr wichtiges Element ist. Es ist nämlich, wenn man dieses l beibehält, auch

$$h = b \cdot \frac{c''}{2g}\,\frac{\gamma}{r} \cdot \left(\frac{l}{R}\right)^2$$

woraus hervorgehen würde, daß die Pressung im Quadrate der Flügellängen wüchse.

Die Versuche bestätigen dies freilich nicht; jedoch kann dieser Umstand nicht auffallen, da in der obigen Theorie von den Widerständen gar nicht die Rede gewesen ist. Vergleicht man den zweiten Versuch in Tabelle 1 u. 2, so findet sich

das Verhältniß der Pressungen wie 3 : 2

das Verhältniß der Quadrate der Flügellängen wie 3 : 1

Man darf aber bei der Vergleichung nicht vergessen, daß die Eintrittsöffnungen sich nahe wie 3 : 1 verhalten. D. R.

Diese Experimente lassen noch schließen, daß die Länge der Flügel ebensoviel Berücksichtigung verdient, als der zweckmäßigste Durchmesser der Eintrittsöffnung. Wenn kein weiterer Umstand mitwirkt, so hatte man ihn nach der Größe der Eintrittsöffnung zu bemessen. Von dem Verhältniß der Länge zur Breite des Flügels und dem Durchmesser der Eintrittsöffnung hängt aber die Luftmenge und ihre Pressung und die erforderliche Betriebskraft ab.

Bei dem 14zölligen Flügel hat das Ende eine 2,6 mal so große Geschwindigkeit, als der Anfang; nach den Gesetzen der Centrifugalkraft wird also die Luft am Ende ebenfalls die 2,6fache Dichtigkeit von derjenigen haben, welche sie im Anfange hat. Die Luft kann mit keiner größeren Dichtigkeit als der atmosphärischen eintreten, aber sie verdichtet sich bei ihrer Bewegung längs der Flügel im Verhältniß der Centrifugalkraft. Je größer die Länge der Flügel, um so größer ist die Verschiedenheit der Centrifugalkraft und folglich wird auch die Dichtigkeit um so größer.

Ich leite daher aus meinen Versuchen folgende Verhältnisse für die Construction des Flügels ab: Man mache die Breite gleich $^1/_4$ des Durchmessers. Den Seitenöffnungen des Ventilators gebe man den halben Durchmesser zum Durchmesser. Die Flügellänge werde dem halben Halbmesser gleich gemacht.

Bei diesen Verhältnissen ist der Querschnitt der Eintrittsöffnung gleich dem vom Flügelanfange beschriebenen Raume.

Folgendes Täfelchen giebt die Dimensionen für Ventilatoren von 3 bis 6 Fuß Durchmesser.

Tabelle für Pressungen von 3 bis 6 Unzen pro □″.

Durchmess. d. Ventilators.	Flügelbreite.	Flügellänge.	Eintrittsöffnungen.
3 Fuß 0 Zoll	0 Fuß 9 Zoll	0 Fß. 9 Zll.	1 Fuß 6 Zoll.
3 " 6 "	0 " $10^1/_2$ "	0 " $10^1/_2$ "	1 " 9 "
4 " 0 "	1 " 0 "	1 " 0 "	2 " 0 "
4 " 6 "	1 " $1^1/_2$ "	1 " $1^1/_2$ "	2 " 3 "
5 " 0 "	1 " 3 "	1 " 3 "	2 " 6 "
6 " 0 "	1 " 6 "	1 " 6 "	3 " 0 "

Tabelle für Pressungen von 6 bis 9 Unzen und mehr.

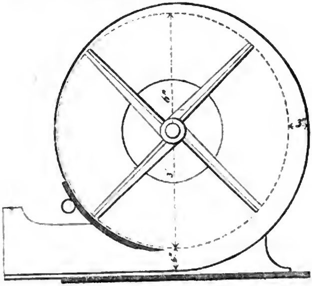
Durchmess. d. Ventilators.	Flügelbreite.	Flügellänge.	Eintrittsöffnungen.
3 Fuß 0 Zoll	0 Fuß 7 Zoll	1 Fß. 0 Zll.	1 Fuß 0 Zoll.
3 " 6 "	0 " $8^1/_2$ "	1 " $1^1/_2$ "	1 " 3 "
4 " 0 "	0 " $9^1/_2$ "	1 " $3^1/_2$ "	1 " 6 "
4 " 6 "	0 " $10^1/_2$ "	1 " $4^1/_2$ "	1 " 9 "
5 " 0 "	1 " 0 "	1 " 6 "	2 " 0 "
6 " 0 "	1 " 2 "	1 " 10 "	2 " 4 "

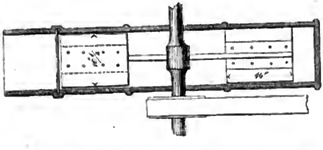
Diese Dimensionen sind nicht als festbestimmte Werthe anzusehen, sondern als Näherungswerthe, die aus praktischen Beobachtungen abgeleitet sind.

In manchen Fällen dürften zwei an derselben Spindel befestigte Ventilatoren einem einzigen weiten vorzuziehen sein, da bei diesem Arrangement die doppelte Eintrittsöffnung erlangt wird; sie können dann auch so eingerichtet werden, daß in Fällen, wo etwa nur die halbe Windmenge ge-

braucht werden sollte, einer von ihnen ausgerückt werden und so an Betriebskraft gespart werden kann. Bei einem Ventilator von großer Weite müßte außerdem die Eintrittsöffnung entweder zu klein gemacht werden, im Verhältniß zu der Breite des Flügels, oder wenn sie groß genug gemacht würde, so würde der Flügel so kurz werden, daß es ganz unmöglich sein würde, Luft von der verlangten Dichtigkeit zu erlangen.

Noch bitte ich die Aufmerksamkeit auf die Zulassung des Windes zu dem Ableitungsrohre hinleiten zu dürfen. Ich habe hierüber Versuche angestellt, um aufzufinden, welchen Einfluß eine zu der gebrauchten Windmenge in Verhältniß stehende Verengerung der Austrittsöffnung haben könne, und ich bewirkte dies, indem ich einen kreisförmigen Schieber an dem cylindrischen Mantel anbrachte, wie es beistehender Holzschnitt zeigt. Die Verengerung konnte von 12 auf 4 Zoll gebracht werden.





Die Resultate sind in den obigen Tabellen unter b aufgeführt. Wenn die Oeffnung des Austrittes nach dem Windrohre von 12 auf 4 Zoll zusammengezogen war, wo das Flügelende nahezu die horizontale Kante der Oeffnung berührte, wurde fast dieselbe Quantität Wind ausgeblasen, als bei voller Oeffnung, aber das Geräusch des Ventilators hatte fast ganz aufgehört. Es scheint hieraus zu folgen, daß das Geräusch um so geringer ausfallen werde, je kleiner man die Austrittsöffnung mache, und wenn man die obere Kante der Oeffnung horizontal macht, so übt die Luftsäule wenig oder gar keinen Wiederstand auf die Flügel aus.

Hinsichtlich der Excentricität, welche die Welle gegen die Axe des Gehäuses haben muß, scheint sich $^1/_{10}$ des Durchmessers in der Praxis zu bewähren, d. h. der Zwischenraum zwischen dem Mantel und den Flügelenden muß von $^3/_8$ Zoll an der Austrittsöffnung bis zu $^1/_{10}$ vom Durchmesser in einer senkrecht durch den Mittelpunkt gezogenen Linie wachsen. Das Hauptrohr kann auf geringere Längen von 50 bis 100 Fuß den $^5/_4$fachen Querschnitt der Austrittsöffnung und bei 100 bis 200 Fuß Länge den $^3/_2$fachen Querschnitt erhalten. Die Länge des Hauptrohres ist ohne Einfluß, wenn gehörige Weite vorhanden ist (?). Die hier angestellten Versuche wurden mit einem 18 Zoll weiten, 160 Fuß langen Hauptrohre vorgenommen und es ließ sich an keinem Punkte des Rohres eine Differenz in der Pressung wahrnehmen.

Nachdem im Obigen die leitenden Grundsätze für die geometrische Construction des Ventilators gegeben worden sind, wird es nicht unpassend sein, ein paar Worte über die mechanische Ausführung beizufügen.

Es ist erstens von großer Wichtigkeit, daß alle Theile gut abgewogen und vertheilt sind.

Zweitens müssen die Arme so leicht sein, als mit ihrer Festigkeit verträglich ist. Runde Arme sind unbedingt zu verwerfen; ich kann Fälle anführen, wo sie durch die Centrifugalkraft abgeschleudert worden sind. Ich ziehe rectanguläre Arme von $2^1/_2$facher Breite als Länge an der Nabe und geeigneter Verschwächung nach oben vor.

Drittens dürfen die Lager und Zapfen der Flügelwelle nicht unter die 4fache Stärke als Durchmesser erhalten.

Endlich mache man die treibenden Riemenscheiben so groß, als es die Umstände erlauben, damit kein Gleiten eintrete.

Der Ventilator, an welchem meine Versuche angestellt wurden, war nach diesen Grundsätzen construirt und ist seit neun Jahren ohne bemerkbare Abnutzung im Gange.

Die Anwendung des Ventilators ist bis jetzt fast nur bei Schmiedefeuern und Gießereien erfolgt, und nur in wenigen Fällen hat man ihn beim Hohofenbetriebe versucht. Ich weiß, daß die Meinungen hinsichtlich dieser Anwendung getheilt sind. Als Hauptgrund gegen seine Verwendbarkeit wird die geringe Pressung, welche er zu erzeugen vermag, angeführt, worin er von den Cylindergebläsen weit übertroffen wird. Indessen ist erst noch zu beweisen, ob

so hohe Pressungen wirklich beim Hohofenbetriebe erforderlich sind und ob man nicht durch einen schwächeren gleichförmigen Windstrom ein eben so gutes Eisen erzeugen könnte, als bei dem jetzt angewendeten starken, concentrirten Windstrom.

Könnte man übrigens nicht vielleicht dadurch eine Vermehrung der Pressung erlangen, daß man mehrere Ventilatoren dergestalt hintereinander aufstellte, daß der Wind aus einem nach dem andern gelangte und die im ersten

Ventilator comprimirte Luft, im zweiten und den folgenden Ventilatoren noch weiter*) comprimirt würde?

(Abgekürzt nach dem Civ. Eng. and Arch. J. p. 124 v. XI.)

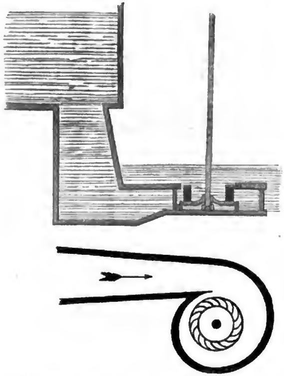
*) Diese Vorrichtung ist bereits praktisch geprüft und erst neuerdings enthielt die „Eisenbahnzeitung" die Angabe, daß durch einen solchen Apparat die Pressung pro Quadratzoll auf $2^1/_4$ Pfd. im vierten Ventilator gesteigert worden sei. Vergl. Eisenbahnzeitung von Etzel und Klein 1848. Nr. 19. D. R.

Versuche über das Reactionsrad

von

L. Parker.

Folgende Versuche wurden miteinen nach innen ausgießenden Reactionsrade angestellt, dessen allgemeine Einrichtung aus beistehender Skizze ersichtlich ist. Das Rad hat 34 Zoll



äußeren Durchmesser, 26 Zoll inneren Durchmesser. Es hat 16 Austrittsöffnungen, 8 auf 1,8 Zoll weit, also 230 Quadratzoll messend. Es empfängt das Wasser am äußern Umfange durch einen spiralförmigen Canal, welcher rund herumläuft. Das Wasser wird demselben durch eine weite Lutte zugeführt, welche mit einer 29 Zoll breiten, 14 Zoll

tiefen, also 336 Quadratzoll messenden Mündung in den spiralförmigen Canal ausgeht. Letzterer naht sich dem äußern Radumfange bis auf 1 Zoll Abstand; das Wasser bewegt sich in ihm in derselben Richtung wie das Rad.

	Disponible Kraft				Effective Leistung			
Versuchsnummer	Gefälle in Fußen	Wassermenge in Cubikfußen pro Minute	Wassergewicht pro Minute in Pfunden	Desponible Arbeit in Fußpfund pro Minute	Gewicht am Bremshebel	Umdrehungen pro Minute	Effective Leistung des Rades	Wirkungsgrad
1	8,66	1125,5	70312,5	608996	30	143	255600	0,411
2	8,62	1119,0	69937,5	602861	39	138	312920	0,518
3	8,61	1119,0	69937,5	602861	45	130	351000	0,582
4	8,59	1104,0	69000,0	592711	66	87	344520	0,579(1)

Die Bedingungen, in welchen sich das Rad zur Zeit der Versuche befand, waren für dasselbe günstig. Es war zwei Monat in Gang gewesen, nachdem es vorher reparirt und in Stand gesetzt worden war, und der Besitzer bestätigte, daß es so gut arbeite, als es je gethan habe. Es ist aber ein Fehler in der Construction hervorzuheben, indem die Zuleitungslutten einen Bruch von einem rechten Winkel machen; das Wasser fällt erst senkrecht vom Boden

Anmerk. (1). Diese Tabelle zeigt, daß die Maximalleistung dieses Rades bei 130 Umdrehungen eintritt und daß der Wirkungsgrad bei wachsendem Gefälle abnimmt. Die Versuche 3 und 4 geben nahe zu denselben Wirkungsgrad, während die Umdrehungszahlen sich wie 1: $1^1/_2$ verhalten Die Versuchsnummern 2 und 3 fallen aber auf, indem hie die effective Leistung um 12% differirt' während alle Verhältnisse dieselben geblieben sind und die Umdrehungszahl nur von 130 auf 138 vermehrt ist. Noch auffallender sind die Resultate des unter 1 aufgeführten Versuches, welcher eine 30 Procent geringere Leistung giebt.

D. R.

des Flusses nieder und tritt dann horizontal in die Spirale des Rades ein, wobei der anfängliche Querschnitt des horizontalen Theiles 576 Quadratzoll beträgt. Die Mündungsöffnung in Boden des Flusses mißt ungefähr 30 Zoll ins Quadrat mit scharfen Kanten. Wenn ich dieses Alles in Erwägung ziehe, so glaube ich daß diese Methode, den Druck des Wassers anzuwenden, bei zweckmäßiger Construction und gutem Zustande des Rades einen Nutzeffect von 62 Procent geben könne.

Ein bemerkenswerthes Merkmal des innern Ausgusses bei Reactionsrädern ist die geringe Wassermenge und die Gleichförmigkeit derselben bei jeder Geschwindigkeit des Rades, welche von dem äußern Drucke der kreisförmigen Bewegung des Wassers in dem spiralförmigen Canale herzurühren scheint.

Die theoretische Ausflußmenge durch 230 Quadratzoll Querschnitt bei 8,61 Fuß Druckhöhe, wäre 2249 Cubicfuß pro Minute. Die wirkliche Ausflußmenge ist nur 0,498 davon ([2]); hätte der Ausfluß nach außen stattgefunden durch einen ebenso großen Querschnitt und bei derselben kreisförmigen Bewegung des Wassers in demjenigen Theile des Rades, der von dem Schaufeln gebildet wird, so würde (meinen hierüber im Jahre 1844 angestellten Versuchen zufolge) die Ausflußmenge 0,884 von der theoretischen betragen haben; und hätte er auswärts, aber ohne kreisförmige Bewegung stattgefunden, so würde sie bei der, der Maximalleistung entsprechenden Geschwindigkeit 1,289 betragen haben.

Civ. Eng. and Archit. J. p. 127 vol. XI.

Anmerk. ([2]). Bei 26 Zoll innerem Durchmesser des Rades beträgt der Umfang 81,681 Zoll. Wahrscheinlich beträgt nun der Abstand der Schaufeln 1,8 Zoll und die Radweite 8 Zoll (genau ist dieses aus der oben gegebenen Beschreibung nicht zu ersehen); dann läßt sich der Winkel bestimmen, welchen das innere Schaufelende mit der Peripherie bildet. Ein Sechszehntel des Umfangs beträgt nämlich 5,105 Zoll und sonach ist der sinus dieses Winkels gleich $\frac{1,8}{5,105} = 0.3526$ oder der Winkel selbst $= 20^{0}\,40'$. Daß in diesem Falle die Krümmung sehr scharf ausfallen müsse und daß durch die hydraulischen Widerstände bedeutende Geschwindigkeitsverluste entstehen müssen, leuchtet ein, doch fehlen die nothwendigsten Angaben, um durch die Theorie prüfen zu können, in wie weit sich die Abweichung der Ausflußmenge erklären lasse. Zu bemerken ist nur noch, daß Parker die theoretische Ausflußmenge blos so angiebt, als ob das Rad stillstünde.

Ein Reactionsrad kann man übrigens das beschriebene Rad kaum nennen; es hat vielmehr mehr Ähnlichkeit mit Turbinen ohne Leitschaufeln, namentlich mit der von Außen beaufschlagten Ponceletschen Turbine.

Selbst nach Beseitigung der beim ersten Anblick der Skizze hervortretenden groben Constructionsfehler ist übrigens wohl kaum ein leidlicher Wirkungsgrad zu erwarten, indem zur Einführung des Wassers nur der sehr mangelhafte spiralförmige Umlauf angebracht ist. D. R.

Graphische Darstellung einer Seilscheibenanordnung.

Von

Dr. v. Bünau

Tafel VII.

Zur großen Anzahl nützlicher Anwendungen der descriptiven Geometrie im Fache der Mechanik gehört unstreitig auch die graphische Darstellung einer Seilscheibenanordnung, daher ihr im Folgenden ein Platz gestattet werden möge.

Dabei wollen wir die technische Einrichtung eines derartigen Mechanismus als bekannt voraussetzen, und uns lediglich an die Verwirklichung der Hauptbedingung halten, gemäß welcher das um die Scheiben herumführende Seil unaufhörlich in deren Rinnläufen verbleiben muß d. h. nicht seitlich abgestreift werden darf. Offenbar geschieht dieser Bedingung nur alsdann Genüge, sobald je zwei zu einer Scheibe gehörige Seiltrümmer tangential über dieselbe und zugleich in recht winkliger Lage zu deren Drehungsaxe gespannt sind.

Behufs der beabsichtigten graphischen Darstellung einer Seilscheibenanordnung, wird vorerst von der Dicke des Seiles abzusehen, solches vielmehr einer bloßen Linie gleich zu erachten sein, während an die Stelle der Scheiben Kreise treten dürfen; da alsdann, ist nur einmal für diese Voraussetzung die fragliche Anordnung bestimmt, die Dicke des Seiles, so wie die Einrichtung der Seilscheiben selbst ohne Schwirigkeit im Bilde mit aufgenommen- und nachgetragen werden können.

Hierdurch finden wir uns sogleich in das Gebiet der descriptiven Geometrie versetzt, dürfen das Begehren als eine Aufgabe dieser Wissenschaft behandeln und ungescheut, ja in voller Strenge, die in ihr übliche Sprache und Bezeichnungsweise zur Anwendung bringen.

Mit Rücksicht auf die beigegebene Figur (Taf. VII.) mögen daher A C B, A'C'B' die Ebenen zweier, mit einander zu verbindender Seil scheiben M und N vorstellen, deren Vertical- und Horizontalprojectionen beziehentlich in M'M, so so wie in N'N, dargestellt erscheinen.

Die Art und Weise der Erlangung dieser Projectionen ist aus den, in der Figur dargelegten Constructionsschritten deutlich, und auf den ersten Blick zu erkennen, daß jene beiden Ebenen auf die horizontale Projectionsebene umgeklappt, sodann in den Umklappungen beide Kreise in wahrer Größe dargestellt, hierauf aber durch allmähliges Aufrichten in ihre ursprüngliche Lage zurückgeführt worden sind.

Nun läuft die Forderung darauf hinaus von zwei, entweder willkührlichen oder vorgeschriebenen Punkten [m'm,, n'n,] der Kante [a'b', a,b,] beider Ebenen ACB und A'C'B', den sogenannten Brechungspunkten der Seiltrümmer, Tangenten [m'h', m,h,, m'l', m,l,, n'g', n,g,, n'k', n,k,] an die Kreise [M'M,, N'N,] zu führen, endlich zwischen diese Tangenten, in deren Ebenen, und selbige berührend, beziehentlich Kreise wie [P'P,, Q'Q,] von gegebenen, oder beliebigen Halbmessern einzutragen.

Hierdurch wird die gesammte Scheibenanordnung vervollständiget, dergestalt, daß es jetzt ein Leichtes ist, aus der Zeichnung die Stellung der Haupt- und Transporteurscheiben d. h. die gegenseitige Lage ihrer Ebenen und Drehungsaxen unter einander und zugewählten Horizontal- und Verticalebenen sofort entnehmen zu können.

Das Ziehen der Tangenten an die Hauptscheiben M,N aus den Brechungspunkten m,n bietet ebenfalls keinerlei Schwierigkeit dar, und geschieht zuerst in den Umklappungen der Scheibenebenen aus den Punkten m_0, m_2 n_0, n_2 der Kante dieser Ebenen. Nachdem hierdurch die Berührungspunkte h,g so wie i,k bestimmt worden sind, ergeben sich dann deren Projectionen [h'h,, g'g,, l'l,, k'k,] zugleich mit den Projectionen anderer Punkte der Scheibenumfänge, folglich auch diejenigen der tangirenden Seiltrümmer [m h, m i, n g, n k].

Aus den Durchschnitten beider Tangentenpaare mit den zwei Projectionsebenen, gehen fortan die Tracen der Ebenen dieser Tangenten hervor nämlich [A''B'', B''C'', A'''C''', B'''C'''], um welche Tracen herum nur noch Umklappungen jener, die Kreise M und N gleichzeitig berührenden Ebenen zu bewerkstelligen sind, damit in solchen die Kreise P, Q in wahrer Größe abgebildet werden können. Bestätigungen für die Richtigkeit obiger Tracen bieten sich

durch ihr Zusammentreffen in je einem Punkte z. B. C'' der Projectionsaxe. XY dar.

Die Ebene des Kreises P wurde auf die verticale Projectionsebene umgeklappt, wodurch der Brechungspunct [m'm,] nach m_3 hin gelangt ist; p' und o' jedoch, d. h. die verticalen Durchgangspuncte der Tangenten [m'h', m,h,, m'l', m,l,] ihre Lage unverändert beibehalten haben. Alsdann bedurfte es in der vollbrachten Umklappung nur der Halbirung des Winkels p'm_3 o', — hierauf der Wahl des Mittelpunktes t in der gefundenen Halbirungslinie m_3 u, zugleich aber auch in einem dem Halbmesser des darzustellenden Kreises P gleichkommenden Abstande von den Schenkeln m_3 p', m_3 o' jenes Winkels, so wie endlich der Zurückführung der Ebene desselben in ihre ursprüngliche Lage.

Auf dieselbe Art wurden die Projectionen des, die zweite Transporteurscheibe vertretenden Kreises Q gewonnen, nur mit dem Unterschiede, daß für diese die Umklappung auf die horizontale Projectionsebene geschah.

Das Detail der Construction ist in der Figur durch Beibehaltung der Constructionsschritte anschaulich gemacht worden, so daß wir uns jeder weiteren Erklärung für überhoben erachten dürfen, und nur noch hinzufügen wollen wie das Verfahren der graphischen Darstellung einer Seilscheibenanordnung im wesentlichen dasselbe bleibt, selbst wenn nicht wie hier die Bewegung der Seilscheiben M,N übereinstimmend, sondern entgegengesetzt erfolgen soll. Der einzige Unterschied wird dann die Lage der Seiltrümmer betreffen, welche einander durchkreuzen werden. Auch bedarf es wohl kaum einer Erinnerung, daß die Construction Vereinfachungen unterliegen wird, falls besondere Voraussetzungen ausgesprochen werden, z. B. eine der Scheibeneben vertical oder horizontal gedacht wird.

Fassen wir das Ganze der vorliegenden Betrachtung zusammen, so ergiebt sich, daß ein jeder Punkt der Kante beider Hauptscheiben Brechungspunkt für ein darüber zu legendes Seil sein kann, daß ferner von den Brechungspunkten aus nur Berührungsebenen an jene Scheiben zu führen sind, und endlich jeder Punkt des Durchschnittes der, den Winkel der zwei Scheiben halbirenden Ebene mit einer dieser Berührungsebenen als Mittelpunkt für eine der Transporteurscheiben gewählt werden kann.

Graphische Tabelle zur Berechnung

von Riemenvorgelegen.

Tafel VII.

Die vorstehende geometrische Construction einer Seilscheibenanordnung von Herrn Dr. von Bünau fordert uns auf, eine die Berechnung der Riemenvorgelege erleichternde graphische Tabelle beizufügen.

Bekanntlich begegnet man bei der Berechnung einer solchen Bewegungsübertragung der logarithmischen Formel

$$\text{Log } T = \log.\ t + 0{,}434.\ f.\ \frac{s}{r}$$

worin f den Reibungscoefficienten, welcher nach Morin bei

Riemen in gewöhnlichem Zustande auf hölzernen Rollen zu 0,47,
bei neuen Riemen auf hölzernen Scheiben zu 0,50,
bei Riemen in gewöhnlichem Zustande auf gußeisernen Scheiben zu 0,28,
bei feuchten Riemen auf gußeisernen Scheiben zu 0,38,
bei Hanfschnüren auf hölzernen Scheiben zu 0,50
anzusetzen ist; ferner

s den vom Riemen berührten Bogen der Scheibe und
r den Halbmesser der Riemenscheibe,
T aber den Widerstand, welcher ein Gleiten bewirken würde,
t endlich die Spannung des Riemens bedeutet.

Hat man eine Uebertragung mit Riemenscheiben anzuordnen, so bestimmt man zunächst die zu übertragende Arbeit, dividirt diese durch die Geschwindigkeit und erhält hierdurch den Werth von $T - t = Q$, worauf man den kleinsten Werth, welchen t erhalten muß, aus der Formel

$$t = \frac{Q}{2{,}718^{\frac{fs}{r}} - 1}$$

berechnet. Alsdann ergiebt sich $T = Q + t$. Aus der Spannung t ergiebt sich auch noch die Breite des Riemens, indem man nach Morin auf das Quadratmillimeter Querschnitt mit Sicherheit 0,25 Kilogrammes Spannung rechnen kann.

Die auf Tafel VII mitgetheilte graphische Tabelle dient zur Erleichterung der Berechnung der Werthe von $e^{\frac{fs}{r}}$ wo unter e die Basis des natürlichen Logarithmensystemes verstanden wird. Sie hat zwei Eingänge; am obern Rande sind nämlich die Berührungsbogen des Riemens mit der Seilscheibe in Graden von 60 bis 270 Grad angeführt, und am linken Rande finden sich die 4 Hauptwerthe des Reibungscoefficienten. Der gesuchte Werth von $e^{\frac{fs}{r}}$ wird also gefunden, wenn man mit dem Bogen s in die obere Scala eingeht und der entsprechenden Verticalen bis in die Transversale des betreffenden Reibungscoefficienten f folgt, sodann aber aus diesem Punkte horizontal bis in die Scala am rechten Rande der Figur hinübergeht.

Ist z. B. $s = 180^0$ und $f = 0{,}28$, so finden wir aus der Figur $e^{\frac{fs}{r}} = 2{,}4$; feuchtet man den Riemen an, so muß man bis in die Transversale von $f = 0{,}38$ herabgehen und liest man dann horizontal rechts hinüber, so findet man $e^{\frac{fs}{r}} = 3{,}3$ u. s. w.

Die Art und Weise, wie diese Tabelle entstanden ist, ist mit wenig Worten erläutert. Setzt man den Werth

$$2{,}718^{\frac{fs}{r}} = x,$$

so giebt die logarithmische Lösung

$$f\frac{s}{r}.\,Log\,2{,}718 = Log\,x$$

oder, da $s = \pi r . \frac{\beta^0}{180^0}$, wenn unter β^0 der Berührungswinkel verstanden wird,

$$f.\frac{\beta\pi}{180}\,Log.\,2{,}718 = Log\,x$$

und nimmt man nochmals die Logarithmen so wird

$$Log\,f + Log\,\beta + Log\left(\frac{\pi}{180} Log\,2{,}718\right) = Log\left(Log\,x\right).$$

Diese Gleichung ist lineärer Form; wenn man also die Logarithmen der Berührungsbogen β an einer Abscissenlinie anträgt, und die entsprechenden Werthe von $Log\left(f\frac{\pi}{180} Log\,e\right)$ als Ordinaten aufträgt, so werden die Endpunkte dieser Ordinaten gerade Linien werden. Da eine gerade Linie durch zwei Punkte vollkommen bestimmt wird, so braucht man für jeden Werth von f obige Function nur für zwei Werthe von β zu bestimmen, oder da diese Transversalen unter einander parallel sind, ist dieses sogar nur für einen Punkt nöthig. Wendet man für die Abscissen und Ordinaten ein und denselben Maßstab an, so müssen diese Linien unter 45° gegen die Abscissenaxe geneigt sein.

Man kann, wie dies in einer Abhandlung des 1. Bandes dieses Journals gezeigt worden ist, jede graphische Tabelle auch zu den umgekehrten Operationen benutzen. Braucht man z. B. den Werth $e^{\frac{fs}{r}} = 2$ und hat man Hanfschnüre auf Holzscheiben, so wird man den Bogen, welcher von der Schnure umschlungen sein muß, aus der Figur finden, wenn man in der Horizontalen 2 bis in die Transversale, welche dem Reibungscoefficienten $f = 0{,}5$ entspricht, hinübergeht und aus dem Begegnungspunkte senkrecht in die Skala der Berührungsbogen aufsteigt. Man findet annähernd $\beta = 80$ Grad.

Ist man drittens durch die Verhältnisse gezwungen für $e^{\frac{fs}{r}}$ den Werth 4 anzunehmen und kann man einen Umschlingungsbogen von 210 Grad erlangen, so kann man mit Hülfe der Tabelle den Werth von f bestimmen. Denn da sich die Senkrechte aus dem Theilpunkte von 210 Grad mit der Waagerechten von 4 in der Transversalen des Reibungscoefficienten von $f = 0{,}38$ schneiden, so ist dieser anzunehmen; man würde also mit feuchten Riemen auf gußeisernen Scheiben den vorgesteckten Zweck erreichen.

K. B.

Graphische Tabelle

für die Stärke von gußeisernen Radzähnen.

Tafel VII.

Es dürfte nicht unpassend sein, der so eben besprochenen graphischen Tabelle über Riemenvorgelege eine zweite über gußeiserne Zahnräder zur Seite zu stellen. Die Berechnung der Zahnstärken führt nur auf eine einfache Formel. Morin giebt für gußeiserne Räder die Formel

$$b = 0,105 \sqrt{P}$$

wo unter P der Druck im Theilrisse verstanden wird und vorausgesetzt ist, daß die Zahnlänge für gewöhnlich die vierfache Stärke, bei größerer Geschwindigkeit als 1,5 Meter aber die fünffache, und bei nassem Zeuge die sechsfache Zahnstärke betrage, und die Zahnhöhe 1,2 bis 1,5 mal so groß sei, als die Stärke. Die Dimensionen sind in Centimetern gegeben,

Führt man statt des Druckes die zu übertragende Arbeit T in Pferdekräften und die Geschwindigkeit v im Theilrisse ein, so wird

$$b = 0,105 \sqrt{\frac{75 . T}{v}} = 9,9 \sqrt{\frac{T}{v}} \text{ in Centimetern}$$

oder $$b = 9 \sqrt{\frac{T}{v}} \text{ in Millimetern.}$$

Nach letzterer Formel ist die graphische Tabelle auf Tafel IV construirt worden.

Sie enthält als Eingänge die Pferdekräfte, welche übertragen werden sollen, und die Geschwindigkeiten im Theilrisse; die schrägen Linien, welche das rechtwinklige Coordinatennetz durchschneiden, führen in die Skale der Zahnstärken. Das Ablesen geschieht, wie folgendes Beispiel zeigt:

Es sei die Zahnstärke für ein gußeisernes Rad zur Uebertragung von 10 Pferdekräften bei 1 Meter Geschwindigkeit zu bestimmen. Aus der Skala der Pferdekräfte geht man bei 10 senkrecht nieder bis man der Horizontalen der Geschwindigkeit 1 Meter begegnet; aus diesem Durchschnittspunkte geht man dann mit den schrägen Linien parallel in die Skala der Zahnstärken ein. Der Durchschnittspunkt fällt zwischen 29 und 30 Millimeter und wird zu 29,25 Millimeter abzuschätzen sein.

Man kann natürlich ebenfalls die umgekehrte Aufgabe lösen. Ist z. B. ein Rad von 1 Meter Durchmesser gegeben, welches 1 Umdrehung pro Secunde macht und dessen Zähne 10 Millimeter Stärke haben, so läßt sich bestimmen, welche Arbeit dasselbe zu übertragen vermag. Die Geschwindigkeit wird betragen. $2 r \pi = 1 . 3,14 = 3,14$ Meter. Suchen wir am linken Rande diese Geschwindigkeit und gehen horizontal herüber bis in die Transversale von 10 Millim., so treffen wir letztere Linie zwischen den Perpendikeln von 3,5 und 4 Pferdekräften und schätzen nach dem Augenmaße ab, daß das betreffende Rad 3,9 Pferdekräfte zu übertragen im Stande sein werde.

Wäre endlich zu bestimmen, mit welcher Geschwindigkeit man ein Rad von gegebenen Dimensionen, welches eine gegebene Pferdekraft zu übertragen hat, umlaufen lassen könne, so wendet man die Tabelle folgendermaßen an. Man sucht den Durchschnitt der Transversalen, welche der Zahnstärke entspricht, mit der Verticalen, welche zu der zu übertragenden Arbeit in Pferdekräften gehört, und geht aus diesem Durchschnittspunkte horizontal hinüber in die am linken Rande der Zeichnung angetragene Geschwindigkeitsskala. Ein Rad von $^1/_2$ Meter Durchmesser, welches Zähne von 8 Millimeter Stärke besitzt und 3 Pferdekräfte übertragen soll, wird nach diesem Verfahren eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 3,7 Meter annehmen können, oder $\frac{30 . 3,7}{3,141 . 0,25} =$ 141 Umdrehungen pro Minute machen dürfen.

Was die Construction der Tabelle anlangt, so ist zur Erleichterung das Verfahren der Anamorphose in Anwendung gebracht worden. Armengaud giebt zwei ähnliche Tafeln in seiner Publication Industrielle 5. vol., hat aber keine Anamorphose der Maaßstäbe für die Coordinaten angewendet und erhält daher parabolische Bögen. Er hat die zu leistenden Pferdekräfte und die Zahnstärken als Coordinaten betrachtet und construirt die Curven für verschiedene Geschwindigkeiten. Es scheint aber zweckmäßiger die zu verrichtende Arbeit und die Geschwindigkeit als Coordinaten anzusehen und die Curven der Zahnstärken darnach zu construiren. Mit Hülfe der Anamorphose gehen Letztere überdies in gerade Linien über. Denn die Gleichung

$$b = 9 \sqrt{\frac{T}{v}}$$

giebt in Logarithmen

$$\text{Log } b = \text{Log } 9 + {}^1/_2 \text{ Log } \frac{T}{v} \text{ oder}$$

$$\text{Log } \frac{b}{9} = \text{Log } T - \text{Log } v.$$

Sie hat also eine lineare Form, welche geraden, unter 45 Grad gegen die Coordinatenaxen geneigten Linien entspricht.

Die Skalen der Pferdekräfte und Geschwindigkeiten sind sonach in Logarithmen anzutragen, und außerdem ist für jeden Werth von b ein Punkt zu berechnen. Man wird am vortheilhaftesten diese Werthe von $\frac{b}{9}$ für $v = 1$ berechnen und die berechneten Abscissenlängen an der Horizontalen dieser Geschwindigkeit antragen.

Für Holzzähne, wo nach Morin

$$b = 12{,}5 \sqrt{\frac{T}{v}}$$

anzunehmen ist, müßte man die Resultate unserer graphischen Tabelle mit 1,4 multipliciren. Graphisch ist diese

Multiplication sofort dadurch ausgeführt, daß man die Skala der Zahnstärken um so viel nach links schiebt, als an derselben der Theilpunkt von 14 rechts von 10 liegt.

K. B.

Versuche über die absolute Festigkeit der Treibriemen

von Gutta Percha

von

Feistmantel.

Es wurden aus einem Treibriemen von Gutta-percha, welcher 10,4616 Centimeter Breite und 0,65385 Centimeter Dicke hatte, in der Richtung der Länge Streifen von verschiedener Breite ausgeschnitten und hierauf mit Gewichten beschwert, welche man bis zum Reißen vermehrte. Die Resultate dieser Versuche sind in folgenden Tabellen enthalten:

Erste Versuchsreihe mit Riemen von 0,21795 Centim. Breite ebensoviel Dicke und 8,936 Centim. Länge.

	Belastung	Länge unter der Last	Zunahme an Länge	Bleibende Ausdehnung
	Kilogr.	Centimeter	Centimeter	Centimeter
Anfängliche Länge	—	8,936	—	—
Nach Anhängung einer Waagschale von	0,7951	8,986	0,050	—
Unter dem aufgelegten Gewicht von 2,338 K.	3,1331	9,095	0,059	—
Bei einer Belastung v.	3,8351	9,204	0,268	0,059

Der Riemen ist bei 12,02 Kilogr. Belastung gerissen und besaß nach dem Reißen 10,90 Centim. Länge.

Zweite Versuchsreihe mit Riemen von 0,4359 Centim. Breite, 0,21795 Centim. Dicke und 7,737 Centim. Länge.

	Belastung	Länge unter der Last	Zunahme an Länge	Bleibende Ausdehnung
	Kilogr.	Centimeter	Centimeter	Centimeter
Anfängliche Länge	—	7,737	—	—
Unter einer Belastung von	0,7951	7,956	0,219	—
desgl.	3,1331	8,500	0,763	—
„	4,5367	8,827	1,090	—
„	5,4721	9,154	1,416	0,21795
„	10,1491	10,243	2,506	0,65385
„	14,8261	11,551	3,814	1,30860.
„	24,1801	Reißen		

Drittes Experiment mit Riemen von 0,65385 Centim. Breite 0,21795 Centim. Dicke, und 7,5192 Centim. Länge.

	Belastung	Länge unter der Last	Zunahme an Länge	Bleibende Ausdehnung
	Kilogr.	Centimeter	Centimeter	Centimeter
Länge vor d. Belastung	—	7,5192	—	—
Belastet mit	0,7951	7,6061	0,097	—
	5,4721	8,282	0,563	—
	7,8106	8,718	0,999	—
	10,1491	9,154	1,435	0,1089

[Die Zahlen der letzten Tabelle stimmen nicht; es ist aber auch für uns unmöglich, mit Sicherheit die Angaben unserer Quelle zu verbessern. D. R.]

Hierauf wurde eine neue Reihe oon Versuchen mit zusammengestoßenen Riemenenden, welche sonach Treibriemen repräsentirten, angestellt, worüber folgende Tabellen zu vergleichen sind.

Erster Versuch bei zusammengestoßenen Riemenenden. Breite = 0,65385 Centim., Dicke = 0,21795 Centim., Länge = 7,5192 Centimeter.

	Belastung	Länge unter der Last	Zunahme an Länge	Bleibende Ausdehnung
	Kilogr.	Centimeter	Centimeter	Centimeter
Länge vor d. Belastung	—	7,519	—	—
Belastet mit	12,4876	9,590	2,070	0,2724
	14,8261	10,026	2,507	0,5448
	17,1646	10,352	2,633	0,7627
	19,5031	10,788	3,269	1,0897
	21,8416	11,224	3,705	1,4175
	24,1801	11,987	4,468	2,0705
	26,5196	12,861	5,340	—
	33,0664	13,086	5,567	—
	34,9372	Reißen		

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß man diese Riemen mit einem Gewichte von 2,451 Kilogramm pro Quadratmillimeter Querschnitt belasten kann, ehe sie reißen, und daß die Grenze, bei welcher ihre Elasticität noch nicht verloren hat, ungefähr bei 0,548 Kilogramm Last pro Quadratmillimeter liegt.

Endlich wurden noch auseinander geschnittene Riemen Ende mit Ende mittelst der Wärme zusammengestoßen und die Widerstandsfähigkeit solcher Verbandstellen geprüft. Es ergab sich Folgendes.

Erster Versuch mit zusammengestoßenen Riemen von 0,65385 Centim. Breite, 0,21795 Centim. Dicke und 6,7564 Centimeter Länge.

	Belastung	Länge unter der Last	Zunahme an Länge	Bleibende Ausdehnung
	Kilogr.	Centimeter	Centimeter	Centimeter
Länge vor d. Belastung	—	6,756	—	—
Belastet mit	0,7951	6,865	0,109	—
	5,4721	7,410	0,654	—
	7,8106	7,683	0,926	—
	10,1491	8,173	1,517	0,3292
	14,3584	Reißen		

Das Zerreißen fand gerade an den Stellen, wo die Zusammenkittung erfolgt war, statt und es ging an diesen Punkten eine sehr merkliche Ausdehnung voraus.

Zweiter Versuch mit zusammengestoßenen Riemen von 0,65385 Centimeter Breite, 0,21795 Centimeter Dicke und 6,5385 Centimeter Länge.

	Belastung	Länge unter der Last	Zunahme an Länge	Bleibende Ausdehnung
	Kilogr.	Centimeter	Centimeter	Centimeter
Länge vor d. Belastung	—	6,538	—	—
Beladen mit	2,2216	6,675	0,109	—
	4,5601	6,756	0,218	—
	6,8982	6,974	0,436	0,109
	9,2371	7,083	0,545	0,327
	11,5756	Bruch		

Um die beiden Enden der Gutta-percha-Riemen zu einem Treibriemen zusammenzukitten, wendet man folgendes Verfahren an. Man schneidet die Riemen unter einem Winkel von 30 bis 40 Grad ab und befestigt das eine Ende durch ein Paar Nägel oder eine Schraubenzwinge auf einem Tische, nimmt alsdann ein Eisen von 30 bis 35 Millimeter Breite und 15 bis 16 Millimeter Dicke, das bis zur Temperatur eines Bügeleisens erwärmt worden ist, bei welcher Temperatur die Gutta-percha weder anbrennen noch braun werden kann, sondern bloß weich wird, und führt dieses Eisen über die frisch abgeschnittenen Riemenenden, indem man es stark aufdrückt, bis die Gutta-percha weich und schmierig geworden ist; dann nimmt man das Eisen weg und nähert die Enden schnell einander und drückt sie zusammen, schlägt auch wohl einige Zwecken in das freie Ende, um es in der richtigen Lage zu erhalten, bis die Verbandstelle abgekühlt ist.

Die Ränder, welche hierbei entstehen, werden abgeschnitten oder mit dem warmen Eisen abgeglättet, sodaß die Verbandstelle gleichförmig dick wird. Ein Riemen von gewöhnlicher Dicke kann in 10 bis 15 Minuten fertig gemacht sein und wenn man die Abkühlung in kaltem Wasser vornimmt, in noch kürzerer Zeit.

Wenn der Riemen eine große Umlaufungsgeschwindigkeit oder eine große Reibung erfahren soll, so ist es anzurathen, ein Röllchen oder einen runden festen Eisendraht einzulegen, damit sich die Enden nicht berühren.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß diese Riemen sich durch den Gebrauch eher verkürzen, als ausdehnen.

Man darf nicht übersehen, daß die abgenutzten Riemen und die Abfälle von Gutta-percha immer noch einen gewissen Werth als Rohstoff behalten, während die ledernen Riemen zu Nichts mehr zu brauchen sind.

Um einen Vergleich zwischen den Preisen ziehen zu können, führen wir an, daß ein Riemen von 1 Meter Breite und 8 bis 9 Millimeter Dicke ungefähr 5 fr. 60 cent. pro laufendes Meter Länge kostet, während ein Lederriemen von denselben Dimensionen wenigstens 6 fr. 75 cent. bis 7 fr. kostet.

Traité des Machines à Vapeur

par

E. M. Bataille et C. E. Jullien.

Paris chez L. Matthias 1847.

Dieses neue Werk über Dampfmaschinen, welches bereits einen Uebersetzer gefunden hat, zerfällt in zwei große Abtheilungen, von welchen die erstere die Geschichte, Theorie Beschreibung und Anwendung der Dampfmaschine giebt und den von Bataille bearbeiteten Treatise on the Steam-Engine by the Artizan-Club enthält, die zweite aber ein

Originalwerk über die Construction der Dampfmaschine von Jullien, ehemaligem Ingenieur der Maschinenfabrik zu Creuzot, bildet.

In dem Vorworte wird mit Recht behauptet, daß, troß der Menge der vorhandenen Litteratur doch kein eigentlich die Bedürfnisse des Practikers befriedigendes Werk vorhanden sei. Tredgold und Farey's Werke seien mehr blos akademische Abhandlungen und Lardner's Schrift reiche nicht über die Elemente hinaus. Das von einer Gesellschaft von Ingenieurs und Mechanikern (Artizan-Club) herausgegebene Compendium umfasse zwar die Geschichte, Theorie, Beschreibung und Anwendung der Dampfmaschine, gehe aber auf die Construction nicht hinreichend ein.

Die oft sehr wirren Ansichten des englischen Originals sind nicht in die französische Uebersetzung übergegangen; sie verbessert darin das Original entweder direct oder durch angehängte Noten. Viele Nachtheile des Originals, welche in dem Erscheinen in monatweisen Lieferungen ihren Grund fanden, sind etwas verwischt, doch ist es nicht möglich gewesen diesem ersten Theile des vorliegenden Werkes die Abrundung zu geben, durch welche sich der zweite Theil so sehr auszeichnet.

Dieser zweite Theil, welcher von der Construction der Dampfmaschine handelt, soll uns hier näher beschäftigen.

„Dreißig Jahre," heißt es in der Einleitung, „sind seit dem Tage, wo die Construction der Dampfmaschinen in Frankreich populärer geworden ist und zu einem der bedeutensten Zweige der Industrie Anlaß gegeben hat, verflossen."

„Während dieser Zeit sind sowohl in den Methoden der Herstellung der einzelnen Theile, als in den Vorrichtungen zur Oeconomisirung des Dampfes bedeutende Fortschritte gethan worden. Einestheils hat man die Drehbänke, Hobelmaschinen, Schraubenschneidemaschinen, Bohrmaschinen u. s. w. entstehen und aufkommen sehen, andrerseits sind die Balanciers und Condensationsvorrichtungen für Maschinen unter 25 Pferden verschwunden und dafür die Maschinen mit zwei Kurbelstangen, die horizontalen Maschinen, die oscillirenden Maschinen u. s. w. anfangs ohne, später mit Expansion hervorgetreten.

„Obwohl alle diese Fortschritte von verschiedenen Constructeurs gethan worden sind, so sind sie doch ohne Verzug zu Prinzipien erhoben worden und es giebt heutigen Tages keinen Maschinenbauer mehr, der sich nicht aller Bedingungen der Ausführung und des Arrangements, denen Genüge geschehen muß, um eine in jeder Beziehung des Worts gute Maschine zu erlangen, genau bewußt wäre.

„Aber wenn in zwei Beziehungen im Maschinenbau bedeutende Fortschritte gemacht worden sind, so müssen wir zugestehen, daß man in einem Hauptpunkte sehr zurückgeblieben ist, nämlich in der Organisation der Arbeit.

„Ohne hier genauer definiren zu wollen, was unter

diesem Ausdrucke verstanden wird, machen wir blos darauf aufmerksam, wie selten man zwei Dampfmaschinen, die nicht nach denselben Rissen gebaut sind, von gleichem Systeme und gleicher Art und von gleicher Stärke findet, deren Theile dieselben Formen und Dimensionen haben, wenn sie auch gleiche Functionen versorgen, und zwar sind sie nicht blos bei verschiedenen Maschinenbauern verschieden, nein sogar bei demselben Constructeur.

„Proportionelle Formen und Dimensionen annehmen, die hauptsächlichsten Dimensionen in Nummern anordnen, Dies bildet für uns die Basis der Organisation der Arbeit.

„Und in der That entspringt aus der Annahme der proportionellen Formen und Dimensionen
für den Ingenieur die Befreiung vom Studium der Details; die vorläufige Kenntniß des Raumes, welchen die Theile beim Studium eines Projectes einnehmen werden;
für den Maschinenbauer eine intelligente und genaue Ausführung;
für Alle größere Sicherheit gegen Irrthümer und leichtere Verificirung derselben.

„Aus der Zerlegung der hauptsächlichsten Dimensionen in Nummern (séries) entspringt:
für die Besitzer von Maschinenbauanstalten eine beträchtliche Oeconomie in speciellen Werkzeugen und Modellen — öftere Benutzung derselben Werkzeuge und Modelle — vorräthige und folglich billigere Anfertigung der Details — Schnelligkeit in der Ausführung der Bestellungen.

„Ueberdies ist alsdann von bekannten Dimensionen auf die Gewichte, von bekannten Gewichten auf die Fabrikationspreise, von den Preisen einzelner Stücke auf diejenigen ganzer Theile, von den Fabrikationskosten der Maschinentheile auf diejenigen ganzer Maschinen nur ein Schritt."

Soweit wollen wir der Einleitung folgen, weil es kaum möglich gewesen sein würde, präciser und eleganter die beabsichtigte Uebersicht der Tendenz, welche diesem Werke zu Grunde liegt, zu geben. Jullien hat aber nicht blos diese Principien der Organisation der Arbeit (ein Ausdruck den wir ungern beibehalten, da er heutigen Tages eine so abweichende Bedeutung angenommen hat) entwickelt, sondern er umfaßt das ganze Gebiet des Dampfmaschinenbaues, indem er

im 1. Abschnitte von den Materialien,
im 2. " von dem Entwurfe der Maschinen,
im 3. " von dem eigentlichen Maschinenbau,
im 4. " endlich von der Veranschlagung

handelt.

Was der erste Abschnitt bespricht, ist an sich klar; zu der Kenntniß der Materialien, ist noch das Nothwendige über Festigkeit hinzugefügt.

Der zweite Abschnitt beschreibt die Dampfmaschine in allen Details und behandelt die Anwendung der Principien der Proportional-Dimensionen.

Der dritte Abschnitt umfaßt die Arbeiten der Maschinenbauwerkstatt und ihre Organisation.

Endlich findet man im vierten Abschnitte die Anleitung zu sehr annähernden Veranschlagungen aller Arten von Maschinen.

Im ersten Abschnitte begegnen wir Vorschlägen über systematische Abstufungen oder Nummern für Eisenbleche, Rundeisen, und dergl. Es wird hierdurch schon das System der séries angebahnt. Dieser Abschnitt endigt übrigens mit folgender, die verschiedenen besprochenen Eigenschaften der beim Maschinenbau angewendeten Metalle zusammenfassender Tabelle:

Name der Metalle	Zähigkeit Widerstand wider				Gewichte des Cubikmeters.	Bearbeitungsfähigkeit dem Range nach			Preis pro Kilogr. roh.	Leitungsfähigkeit. Verhältnißzahlen	Schmelzbarkeit.
	Zug	Biegung	Drehung	Druck							
	Zulässige Last pro Quadrat Cent.	Coeff.	Verhältniß	Verhältniß		Ductilität	Hämmerbarkeit	Härte			
	Kilogr.				Kilogr.				Frcs.		
Schmiedeeisen	1400	1500	1,000	1,00	7780	1	6	4	0,50	1,000	145° Pyrometer
Gußeisen	700	560	0,863	2,00	7600	9	9	3	0,25	1,500	35° desgl.
Stahl	1300	—	—	—	7800	8	8	1	2,50	—	verschieden
Kupfer	950	—	—	—	8875	3	1	8	2,25	2,400	27° Pyrometer
Messing	600	—	—	—	8500	2	5	5	2,00	2,000	21° desgl.
Bronze	1200	—	—	—	8825	6	7	2	3,00	—	21° desgl.
Zink	430	—	—	—	7000	4	4	6	0,35	0,975	370° Centigrad
Zinn	150	—	—	—	7200	5	2	7	1,50	0,810	210° desgl.
Blei	50	—	—	—	11352	7	3	9	0,70	0,480	260° desgl.

Im zweiten Abschnitte wird zunächst erklärt, was unter dem Entwerfen einer Maschine (composition) zu verstehen sei.

Maschinen bestehen aus verschiedenen Organen, welche jedes einzeln eine von den Verrichtungen ausübt, deren Complex die eigentliche Arbeit der Maschine ist. Sie können in Haupt- und Hülfs-Organe getheilt werden, von denen die Letzteren sich zu den Hauptorganen, wie die Organe zu den Maschinen verhalten. Man nennt die Hauptorgane: Maschinentheile, die Hülfsorgane Maschinenstücke und das Entwerfen einer Maschine oder eines Maschinentheiles besteht sonach in dem zweckmäßigen Zusammenstellen der verschiedenen Maschinentheile oder resp. Maschinenstücke; das Entwerfen eines Maschinenstückes aber begreift die Bestimmung der Form und Dimensionen desselben in Bezug auf die Functionen, welche ihm obliegen und auf die Widerstände, welche es zu überwinden hat.

Dieser Eintheilung gemäß wird mit dem Entwerfen der Details der Dampfmaschinen oder Maschinenstücke begonnen. Sie zerfallen wieder in allgemeine, welche nicht blos der Dampfmaschine eigenthümlich sind, sonder bei andern Maschinen auch vorkommen, und in specielle, welche diesem Motor eigenthümlich sind.

Die allgemeinen Maschinentheile befinden sich in zwei Zuständen: in Ruhe oder in Bewegung und zerfallen daher in fixe, feststehende, und in bewegliche.

Die fixen Maschinentheile müssen entweder direct, oder durch die Vermittelung von andern fixen Theilen mit dem Boden in mehr als zwei Punkten verbunden sein.

Von den beweglichen Maschinentheilen sind die hauptsächlichsten die Stangen und die Wellen. Sie repräsentiren die geradlinige und die kreisförmige Bewegung.

Die Verbindung der festen secundären Maschinentheile untereinander, diejenige der Wellen und Stangen mit den festen Maschinenstücken, die Verbindungen der Wellen und Stangen untereinander oder mit beweglichen Maschinentheilen bilden zusammen das Ensemble der allgemeinen Maschinentheile. Sie können übrigens direct oder indirect erfolgen. Die directen Verbindungen sind die eigentlichen Verbindungen (assemblages), die indirecten, welche nur bei beweglichen Stücken vorkommen, heißen Uebertragungen der Bewegung (transformations de mouvement).

Diese Verbindungen werden nun weiter verfolgt und es tritt noch näher hervor, daß die allgemeinen Maschinentheile in solche zur Verbindung und solche zur Uebertragung der Bewegung zerfallen. Sie werden dann einzeln beschrieben, durch gute Zeichnungen erläutert, ihre Dimensionen in Proportionaltheilen angegeben, Nummern entworfen, bei welchen ohne zu große Sprünge mit einer geringern Zahl von bestimmten Größen allen Vorkommnissen zu genügen möglich wird, und Alles gethan, was dem Ingenieur das Entwerfen erleichtern kann. Wichtig ist es, daß hierbei auch der Zusammenhang der Theile stets beachtet wird. Hat man eine Hauptdimension berechnet, so leiten sich alle andern entweder durch einfache Rechnungen oder sofort durch Proportionalität daraus ab.

Als Probe wollen wir ein Paar Zeilen über Zahnräder hier mittheilen. Es heißt pag. 81.

„Die Zahnräder bilden den kostbarsten Theil der Modellsammlung; ihre Zahl so viel als möglich zu reduciren, ist das Ziel, das sich der Maschinenbauer in seinem eigenen Interesse stecken muß. Es giebt aber kein anderes Mittel, zu diesem Zwecke zu gelangen, als auf sie die Eintheilung in Nummern anzuwenden. Wir haben gesehen, daß für cylindrische Räder mit Kreisevolventenverzahnung nur die Theilung für alle Räder dieselbe zu sein braucht, um ein richtiges Eingreifen in einander zu erhalten; unglücklicherweise ist es nicht ebenso bei den conischen Rädern, welche nur dann richtig zusammengreifen, wenn die rechtwinklich gegen die Axen und in gleichen Höhen geführten Schnitte zum Umfange Kreise geben, welche zu derselben Kugel gehören.

Uebersehen wir diejenigen cylindrischen Räder, bei denen die Evolvente nicht angewendet werden kann, sowie die conischen Räder, so schlagen wir für die Stirnräder mit Evolventenverzahnung folgende Verhältnisse zwischen den Wellengeschwindigkeiten der zusammenarbeitenden Räder vor, nämlich:

1 : 1 : 2 : 3 : 4 : 5

woraus folgende neun Hauptcombinationen resultiren:
1 zu 1, 1 zu 2, 1 zu 4, 1 zu 3, 1 zu 5, 2 zu 3, 2 zu 5, 3 zu 4, 3 zu 5.

Um diese Verhältnisse zwischen den Geschwindigkeiten zu erlangen, muß man die umgekehrten Verhältnisse zwischen den Durchmessern haben.

Da nun ziemlich allgemein die zu übertragende Arbeit den Durchmessern proportionel ist und die Zahnstärken nach dieser Arbeit variiren, so wollen wir die folgenden fünf kleinsten Durchmesser annehmen, nämlich:

1, 2, 3, 4, 5 Decimeter.

Giebt man alsdann den Zähnen der mit diesen Durchmessern construirten Räder die größte Stärke, welche sie erhalten können, nämlich $^1/_{24}$ des entsprechenden Durchmessers, so erhält man folgende Tabelle.

Zahnstärke in Centimetern	Durchmesser in Metern der Räder und Getriebe bei dem Verhältniß von				
	1	2	3	4	5
0,42	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
0,84	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
1,25	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50
1,67	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00
2,10	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50

oder, wenn die Zahnstärken zu gering wären, kann man fortfahren

2,50	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00
2,92	0,70	1,40	2,10	2,80	„
3,34	0,80	1,60	2,40	„	„
3,75	0,90	1,80	„	„	„
4,17	1,00	„	„	„	„

Im Ganzen: 40 Modelle.

Es versteht sich, daß man diese Modelle erst nach und nach bei vorkommendem Bedürfniß anfertigt. Ueberdies muß man darauf achten, daß die Supplement-Räder, d. h. solche welche andre Durchmesser, als die in der Zusammenstellung gegebenen, verlangen, oder für welche andre Zahnstärken erforderlich sind, immer mit einem aus der Reihe selbst arbeiten können, was ein Modell erspart.

Wenn wir die Zahl der verschiedenen Verzahnungen, welche auf diese Weise bei gleichem Durchmessern möglich sind, recapituliren, so finden wir, daß es giebt

1	Modell	von	0,10	Meter	Durchmesser
2	„	„	0,20	„	„
2	„	„	0,30	„	„
3	„	„	0,40	„	„
2	„	„	0,50	„	„
3	„	„	0,60	„	„
1	„	„	0,70	„	„
3	„	„	0,80	„	„
2	„	„	0,90	„	„
3	„	„	1,00	„	„
3	„	„	1,20	„	„
1	„	„	1,40	„	„
2	„	„	1,50	„	„
2	„	„	1,60	„	„
2	„	„	1,80	„	„
2	„	„	2,00	„	„
1	„	„	2,10	„	„
2	„	„	2,40	„	„
1	„	„	2,50	„	„
1	„	„	2,80	„	„
1	„	„	3,00	„	„
Summa 40					

Es geht aus Obigem hervor, daß Jullien aus bekannten Gründen die Evolventenverzahnung derjenigen nach der Cycloide vorzieht. Er sagt hierüber (pag. 75).

„Mit den Verzahnungen nach der Evolvente realisirt man folgende Vortheile:

1. Da die Form der Zähne eines Rades von dem Durchmesser dieses Rades abhängt, so wird es mit jedem andern Rade, dessen Zähne nach der Evolvente geformt sind, richtigen Eingriff haben, sofern die Zähne gleichen Abstand haben, mögen übrigens die Durchmesser eine Größe haben, welche sie wollen.

2. Man kann die Wellen beliebig von einander entfernen, oder einander nähern, ohne daß der regelmäßige Eingriff leidet.

3. Der Druck auf die Zähne ist constant, folglich ist auch ihre Abnutzung durchgängig gleichförmig, und verursacht keinen weitern Schaden, als die Zähne zu schwächen, ohne ihre Form zu verändern.

„Von diesen Vorzügen ist der erste jedenfalls der wichtigste für den Constructeur, indem er eine beträchtliche Ersparniß von Modellen zur Folge hat

„Die beiden andern Vorzüge berühren mehr nur die Interessen des Besitzers.“

„Wenn die Evolventenzähne trotz dieser Vortheile nicht allgemeiner angewendet werden, so liegt dies in gewissen Schwierigkeiten der Ausführung, über welche wir Aufschluß zu geben haben.“

„Ist b die mittlere Stärke der Zähne
l ihre Höhe
a die Breite
so nimmt man gewöhnlich folgende Verhältnisse an:

$$l = 1{,}2\,b,\quad a = 4{,}5\,b.$$

„Um b zu berechnen, sieht man die Zähne als an dem einen Ende eingemauerte Prismen an und wendet die Formel:

$$Pl = \frac{Rab^2}{6} \text{ oder } b^2 = \frac{6Pl}{Ra}$$

an. Da es aber bei Zahnrädern Stöße giebt, die man anderwärts nicht findet, so erhält man zu schwache Resultate und daher bestimmt man die Stärke auf folgende Weise. Man setzt einen andern Zahn unter anderem Drucke

$$b'^2 = \frac{6P'l'}{Ra'}$$

und erhält hieraus:

$$b^2 : b'^2 = \frac{Pl}{a} : \frac{P'l'}{a'}$$

$$\text{oder } Pl = \frac{P'l'}{a'b'^2} \,.\, ab^2$$

„Indem man nun den Werth von $\frac{P'l'}{a'b'^2}$ durch Versuche bestimmte, so hat man gefunden, daß für

$b' = 0{,}03$ Mtr., $a' = 0{,}14$ Mtr, $P' = 1000$ Kilogr.

der Zahn den größtmöglichsten Widerstand ohne Abnutzung geleistet hat, und wenn man nun diese Werthe einführt, so wird, wenn a', b' und l' in Centimetern gegeben werden,

$$Pl = \frac{1000.3}{14.9}ab^2 = 24ab^2.$$

„Löst man diese Gleichung nach b^2 auf, indem man a und l in dieser Größe ausdrückt, so erhält man:

$$b^2 = \frac{P.1{,}2b}{24.4{,}5b} = \frac{P}{90}.$$

„Es hat sich übrigens gezeigt, daß man in diesem Ausdrucke den Nenner noch ohne Schaden um $^1/_9$ vermehren könne, so daß man gewöhnlich

$$b^2 = \frac{P}{100}$$

setzt und $b = 0{,}1\sqrt{P}$; $l = 0{,}12\sqrt{P}$; $a = 0{,}45\sqrt{P}$ annimmt.“

„Wenn man auf diesem Wege die drei Dimensionen der Zähne gefunden hat, so zeigt sich öfters, daß bei dem Aufreißen des Rades die zwei Curven des Zahnkopfes in einer geringeren Höhe als der 1,2fachen Stärke zusammentreffen, und daß also die Zähne nicht nur nicht die passende Höhe erhalten, sondern sogar spitzig auslaufen, was sie sehr schwächt und einer baldigen Abnutzung aussetzt.“

„Dies ist der Grund, welcher meistentheils die Mechaniker, selbst wenn sie zu den eifrigsten Verehrern der Evolventenzähne gehörten, veranlaßt hat, sie zu verlassen. Es ist daher höchst wichtig, diese Frage gründlich zu studiren, um sich ein sicheres Urtheil über diese Methode der Verzahnung zu verschaffen.“

Durch ein solches Studium ist Jullien zu dem Resultate geführt worden, daß die Stärke des Zahnes um so größer wird, je kleiner seine Höhe im Verhältniß zur Stärke wird.

Nimmt man an, daß der Punkt, wo sich die Evolventenbogen schneiden müssen, um das Verhältniß $l = 1{,}2b$ zu geben, in der Höhe $l' = 1{,}5b$ über dem Evolutenkreise liegen müsse, so folgt ferner, daß nicht alle Raddurchmesser für jede Zahnstärke geeignet seien, und es entsteht die Frage, welches Verhältniß zwischen dem Radhalbmesser R und der Zahnstärke b vorhanden sein müsse, um $l' = 1{,}5b$ zu erhalten.

Jullien hat gefunden, daß hierzu mindestens das Verhältniß $R = 12b$ erforderlich sei und berechnet hiernach folgende Tabelle:

Durchmesser des Rades in Metern	Zahnstärke in Centimetern	Höhe des Zahnes in Centimetern	Länge des Zahnes in Centimetern
0,10	0,42	0,50	1,90
0,20	0,84	1,00	3,80
0,30	1,25	1,50	5,60
0,40	1,67	2,00	7,50
0,50	2,10	2,50	9,45
0,60	2,50	3,00	11,25
0,70	2,92	3,50	13,20
0,80	3,34	4,00	15,00
0,90	3,75	4,50	16,90
1,00	4,17	5,00	18,80
1,20	5,00	6,00	22,50
1,40	5,82	7,00	26,40
1,60	6,66	8,00	30,00
1,80	7,50	9,00	33,80
2,00	8,32	10,00	37,60

Wenn die Zahnstärken diejenigen, welche in dieser Tabelle dem Durchmesser entsprechen, übertreffen, muß man aber zu den Cycloidalzähnen seine Zuflucht nehmen.

„Eine andre Schwierigkeit, welche die Verzahnung nach Evolventen verursacht, ist die Bestimmung der Anzahl der Zähne, welche das Rad erhalten soll. Man kann hierbei nicht auf dieselbe Weise verfahren, als bei Cycloidalzähnen, indem man nämlich der Zahnlücke $^{13}/_{12}$ der Zahnstärke zur Weite giebt, sondern, weil der Zahn von der Wurzel aus bis zum Kopfe an Stärke abnimmt, so muß die Entfernung an der Wurzel bedeutend geringer sein, als die Zahnstärke.

„Wenn $b = \frac{1}{12} R$, $l = 1{,}2b$ angenommen wird, so beträgt die Stärke an der Spitze ungefähr $\frac{1}{3} b$. Für Räder, welche tief eingreifen, muß man, um Stöße zu vermeiden, die Flucht gleich $\frac{1}{12}$ machen, also den Abstand ungefähr $\frac{2}{3} b$."

„Alsdann ergiebt sich die Theilung, die aus einer Zahnstärke und einer Zahnlücke besteht, zu $b + \frac{2}{3} b = \frac{5}{3} b$ und wenn man nun b durch $\frac{1}{12}$ ersetzt, so folgt die Zahl

$$\frac{2 \pi R}{\frac{5}{3} \cdot \frac{R}{12}} = 45.$$

„Wir schließen hieraus, daß jedes Rad mit Evolventenzähnen, welches nicht mindestens 45 Zähne hat, sich nicht in normalen Zuständen befinde."

Nach Mittheilung dieser, wie wir glauben, neuen Untersuchung kehren wir zu der weitern Relation über Jullien's Werk zurück.

Die speciellen Maschinenstücke der Dampfmaschine ergeben sich aus der Aufzählung der sechs verschiedenen Operationen, welche bei der Anwendung des Dampfes in einer Cylindermaschine vorkommen, nämlich:

1. der Verdampfung des Wassers,
2. der abwechselnden Zulassung des Dampfes in den Cylinder,
3. der Bewegung des Kolbens,
4. der Uebertragung dieser Bewegung an die ausübenden Organe,
5. der Condensation des gebrauchten Dampfes,
6. der Speisung des Dampferzeugungsapparates.

Ausführliche Kupfer erläutern die Construction, Wirkung und Verbindung dieser Theile; der Text critisirt fehlerhafte Einrichtungen und stellt durch die Erfahrung geprüfte Verhältnisse auf, nach welchen sie zu entwerfen sind.

Es folgt nun das zweite Capitel über das Entwerfen der Haupttheile der Dampfmaschine, wobei zu obigen sechs Rubriken noch eine siebente über das Gerüst hinzugefügt ist. Dieses Capitel ist sehr ausführlich und interessant geschrieben. Zuerst werden die umfassenden Versuchsreihen Cavé's über den Brennmaterialienaufwand, und die zweckmäßigste Form der Feuerungsanlagen kritisch erörtert und daraus Regeln für die Anlage abgeleitet, dann werden die Einrichtungen und zweckmäßigsten Abmessungen der Distribution besprochen, hierauf folgt die Theorie der Dampfmaschine nach Poncelet's Formeln, welche auf die einzelnen Systeme angewendet werden und auf gewisse sehr einfach Verhältnisse der Haupttheile dieser verschiedenen Systeme untereinander führen, weiter folgen die Uebertragungsorgane, von denen das Schwungrad die meiste Aufmerksamkeit erhält, Condensation und Speisung schließen sich mit genügender Ausführlichkeit an und nachdem schließlich

noch von dem Maschinengerüst das Erforderliche gesagt worden ist, wird dieses Capitel mit Tabellen, in welchen die diesen Organen für verschiedene Leistungen zu gebenden Dimensionen zusammengestellt sind, beschlossen.

Das dritte Capitel dieses zweiten Abschnittes, behandelt nunmehr den eigentlichen Entwurf der Maschine, wobei drei Grundbedingungen zu berücksichtigen sind, nämlich:

die Natur der Arbeit, zu welcher sie bestimmt ist;
die Größe der Arbeit, welche in einer bestimmten Zeit zu verrichten ist;
der Zustand, in welchem der Dampf in Bezug auf die vorigen beiden Punkte am passendsten verwendet wird.

Jullien unterscheidet hiernach:

den allgemeinen Entwurf (composition générale), welcher die Art (espèce) der Maschine bestimmt,
den speciellen Entwurf (comp. spéciale), welcher das System angiebt;
den secundären Entwurf (comp. secondaire), welcher die Gattung (genre) der Maschine betrifft.

Hinsichtlich des allgemeinen Entwurfes kennt man drei Hauptarten der directen Anwendung der Dampfkraft, nämlich:

1. zur Uebersteigung eines intermittirenden Widerstandes;
2. zur Bewegung eines Kolbens mit constantem Widerstande;
3. zur Umdrehung einer Welle,

woraus die drei Hauptarten der Dampfmaschine, nämlich:
die einfachwirkenden Dampfmaschinen,
die doppelt wirkenden Dampfmaschinen ohne Rotation,
die doppelt wirkenden Dampfmaschinen mit Rotation,
erhalten werden.

Hinsichtlich der Größe der Arbeit, auf welche der specielle Entwurf gerichtet ist, macht Jullien zwischen den Grenzen von 20 und 100000 Kilogrammmeter pro Secunde folgende sieben Kathegorien:

1. Kathegorie	von	20	bis	30	Kilgrmet.	pro	Sec.
2.	„	300	„	900	„	„	„
3.	„	900	„	2000	„	„	„
4.	„	2000	„	4000	„	„	„
5.	„	4000	„	8000	„	„	„
6.	„	8000	„	40000	„	„	„
7.	„	40000	„	100000	„	„	„

Für jede Kathegorie kann eine bestimmte Anordnung (disposition) die zweckmäßigste sein und die einem Constructeur eigenthümliche Anordnung heißt sein System.

Endlich in Bezug auf den Zustand, in welchem der Dampf wirkt, (Gegenstand des secundären Entwurfes) hat man viererlei Gattungen zu unterscheiden:

1. ohne Expansion mit Condensation;
2. ohne Expansion und ohne Condensation;
3 mit Expansion und Condensation;
4. mit Expansion ohne Condensation.

Es folgen nun detaillirte Beschreibungen der einfach wirkenden Wasserhebungs- und Werkzeugsmaschinen, der doppelt wirkenden Gebläsemaschinen ohne und mit Rotation dann der doppelt wirkenden stationären Rotationsdampfmaschinen mit Balancier (Watt), mit zwei Kurbelstangen (Maudslay), mit einem Rahmen (m. à bielle en cadre) statt der Kurbelstange (Basley), die horizontalen Maschinen, die Maschinen mit geneigten Cylindern, die Maschinen mit drehbarer Kolbenstange (à tige bielle) nach Humphry, diejenigen mit rückwärtsgehender Kurbelstange (à bielle en retour) von Pauwels, dann die Dampfmaschinen mit in den Boden versenkten Cylindern (m. verticales surbaissées) von Frey und Farcot, diejenigen mit hochliegender Hauptwelle (mach. verticales) von Imbert, Bourdon, Meyer, nunmehr die oscillirenden Dampfmaschinen mit Oscillationsaxe im Mittel (Cavé), oder am Ende des Cylinders (Fèvre), endlich die Maschinen mit umlaufendem Cylinder (à cylindre tournant) von Romancé, Butt, u. s. w.; hierauf folgen die Navigationsmaschinen und den Beschluß machen die Locomotiven.

Viele Kupfertafeln erläutern diese verschiedenen Gattungen und Systeme von Maschinen, die man hier vielleicht zum ersten Mal in einer systematischen Zusammenstellung vor sich aufführen sieht.

Zur Versinnlichung der vorgetragenen Regeln sind auch mehrere Dampfmaschinen verschiedener Systeme in Proportionaltheilen gezeichnet.

Der dritte Abschnitt giebt einen Abriß des Maschinenbaues oder der verschiedenen auf einander folgenden Operationen, welchen die Metalle unterworfen werden müssen, um sie zu Maschinentheilen zu formen.

Sie werden in die drei Classen:

die rohe Verarbeitung

das Fertigmachen

das Zusammenstellen

getheilt, wovon erstere Operation natürlich nach der Natur des zu bearbeitenden Metalles verschieden ist, während die zweite weniger vom Stoff als der Form des bearbeiteten Stückes abhängt und die dritte für alle Metalle dieselbe bleibt.

In Bezug auf die rohe Bearbeitung muß daher jedes Metall besonders behandelt werden und Jullien beginnt mit dem Schmiedeeisen und Stahl und ihrer Behandlung in der Schmiede, dann folgt Gußeisen und Kupfer und die Operationen der Gießerei mit ausführlicher Berücksichtigung der Formerei; hieran schließt sich drittens die Kesselfabrikation oder die Verarbeitung von Blechen zu Kesseln.

Das Fertigmachen hat zunächst den Zweck, die Stücke zur Verbindung und Zusammenstellung geschickt zu machen, sie zu justiren, weshalb sie abgedreht, ausgebohrt, gehobelt,

mit Löchern versehen, ihnen Schrauben angeschnitten, Nuthen ausgehobelt werden und dergl. Diesem Capitel folgt ein Verzeichniß der zu diesen Arbeiten erforderlichen Werkzeuge, dessen praktischer Werth einleuchtet.

Etwas sehr kurz wird das Montiren behandelt, doch lassen sich freilich wohl auch nur spärliche Bemerkungen hierüber machen.

Der vierte Abschnitt über die Veranschlagung der Dampfmaschinen scheint mit besonderer Liebe gearbeitet.

„Man versteht unter Anschlag im Allgemeinen eine genäherte Bestimmung der Kosten, welche eine projectirte Construction verursachen kann. Sie erfolgt nach der Art, der Menge und dem Kaufpreise der angewendeten Rohmaterialien, sowie nach den Fabrikations- und General-Kosten, welche ihre Verarbeitung zu Maschinentheilen von gegebenen Dimensionen erfordert."

„Ein Anschlag setzt also drei Operationen voraus, deren Resultate direct oder durch Analogie gefunden werden. Wenn auch öfters der Ausführung einer Dampfmaschine ein specieller Entwurf zu Grunde gelegt wird, so wäre es doch übel, wäre man genöthigt, hierauf eine directe Abschätzung anzuwenden, um den Anschlag für alle Gattungen, Arten und Systeme und bei jeder Zahl von Pferdekräften zu machen. Diese Arbeit wäre nicht nur ungeheuer weitschichtig, sondern auch unnütz, denn die Menge von Nachweisungen, die man jetzt besitzt, ist mehr als ausreichend, um durch Analogie sehr genau zu bestimmen, welchen Kostenaufwand die Anschaffung einer Dampfmaschine verursachen könne."

„Was also das Ensemble der Maschinentheile betrifft, so wird man blos nach der Analogie die Art, Menge und den Preis der anzuwendenden Materialien und die Bearbeitungs- und General-Kosten bestimmen. Hinsichtlich der isolirten Stücke aber verhält es sich in Betreff des nöthigen Materialienaufwandes anders, diesen kann man nur direct, d. h. durch Cubicirung dieser Stücke genau ermitteln."

„Um die Fabricationskosten durch die Analogie zu ermitteln, hat man zwei Wege. Erstens kann man sie durch Vergleichung mit einem ähnlichen Stücke, dessen Kosten genau bekannt sind, ableiten, oder zweitens betrachtet man den sehr wenig variirenden Preis der Rohmaterialien als constant, und giebt dem verarbeiteten Kilogramme für Material und Bearbeitung einen von der Form und den Dimensionen dieses Stückes abhängigen Werth. Dieser Werth ist nicht nur von dem speciellen Geschick des Arbeiters, sondern auch von dem hieraus entspringenden Lohnsatze abhängig."

„Die erste Methode, welche scheinbar die genauere ist, ist aufhältlicher und läßt sich nicht überall anwenden,

da sie voraussetzt, daß man Stücken zum Vergleich habe, welche unter ganz analogen Verhältnissen fabricirt worden sind. Irrt man sich bei der Abschätzung so trifft der Nachtheil gewöhnlicher den Maschinenfabrikanten, als den Käufer, auch kann man sich weniger gut controlliren, weil man keine weitern Vergleichungspunkte hat."

„Die zweite Methode dagegen ist zwar weniger exact, aber sie gewährt den Vortheil, daß der Preis des Kilogrammes des gefertigten Stückes keineswegs willführlich ist, noch von der größern oder geringeren Geschicklichkeit des Constructeurs abhängt, welcher die Fabrikationskosten blos nach seinen Kosten berechnet, sondern sich gezwungenermaßen nach der Concurrenz richtet und daher in der That genauer wird, als das erste Verfahren."

„Letztere Methode ist es, die wir anwenden. Unsere Berechnungen dürften sich um so mehr an den mittleren Satz verschiedener Maschinenbauanstalten anschließen, und die erhaltenen Resultate dürften um so genauer sein, je größer die Zahl der mitgetheilten Angaben über Natur und Gewicht der Materialien, so wie über die Generalkosten ist."

Jullien's Absichten lassen sich um so leichter realisiren, da er schon durch die Einführung der Proportionaltheile und Nummern viel vorgearbeitet hat. Auf diese gestützt theilt er 10 Tabellen über die Gewichte von cylindrischen Stangen, Schrauben, Düllen, Stopfbüchsen, Charnieren, Supports, Parallelogrammen, Hebeln, Kurbelstangen und Röhren mit, womit die wichtigsten secundären Maschinenstücke behandelt sind.

Auf die Veranschlagung der Maschinentheile übergehend macht **Jullien** aufmerksam, daß bei jeder Maschine die oben erwähnten sieben Hauptorgane zu betrachten, und daß diese wieder für jede von den sechs Hauptarten, die oben aufgezählt wurden, besonders zu behandeln sein würden, weil sie zum Theil nicht unbedeutend von einander differiren. Um aber die lästigen Widerholungen zu vermeiden, nimmt **Jullien** die stehende Rotationsmaschine mit Balancier als die allgemein verbreitetste und beste zum Anhalten und sucht die relativen Werthe verschiedener Maschinen derselben Gattung bei verschiedenen Pferdekräften zu bestimmen, nachdem er vorher für eine solche Maschine von 50 Pferdekräften den genauen Anschlag entworfen hat.

Als Hauptresultat wird erhalten (pag. 377):

1. daß, wenn das Totalgewicht oder der Totalpreis der Metalle, welche in einer von den vier Arten von Balanciermaschinen enthalten ist, bekannt ist und man das Totalgewicht oder den Totalpreis derselben für eine andere Art bestimmen will, es genügt, sich der folgenden Verhältnißzahlen, welche das Verhältniß der Gewichte oder Preise der Metalle in diesen vier Arten zu einander angeben, zu bedienen, nämlich:

Gattung der Maschine	Gußeisen	Schmiedeeisen	Blech	Kupfer	Summe der Metalle.
Ohne Expansion und Condensation	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ohne Expansion mit Condensation	1,44	1,12	1,00	1,38	1,29
Mit Expansion ohne Condensation	1,22	1,02	1,00	1,07	1,14
Mit Expansion und Condensation	1,46	1,12	1,00	1,38	1,30

2. daß man um das Gewicht der in einer von den vier Arten von Balanciermaschinen enthaltenen einzelnen Metalle aus dem gegebenen Totalgewichte für dieses oder ein anderes System zu bestimmen, sich der folgenden Tabelle zu bedienen hat, welche das Verhältniß der in den vier Arten enthaltenen Metalle angiebt, wenn das Gewicht des Kupfers bei der Maschine ohne Expansion und Condensation gleich 1 gesetzt wird:

Art der Maschine	Gußeisen	Schmiedeeisen	Blech	Kupfer
Ohne Expansion und Condensation	48,50	6,65	22,80	1,00
Ohne Expansion mit Condensation	70,00	7,45	22,80	1,38
Mit Expansion ohne Condensation	59,75	6,71	22,80	1,07
Mit Expansion und Condensation	71,20	7,45	22,80	1,38

Wenn man alsdann hieraus zu einem Resultate gelangen will, so muß man jedes bearbeitete Metall durch seinen commerciellen Werth, oder durch seinen Verhältnißwerth zum Kupfer (dieses gleich 1 gesetzt) ersetzen. Erstere Methode ist die einfachere und leichter zu controlliren und deshalb wird der käufliche Werth pro Kilogramm der betreffenden Metalle in den vier Arten von Maschinen von 50 Pferdekraft mitgetheilt. Das Ergebniß ist aber, daß der Werth des Kilogrammes Metall zwischen 1 fr. 6 cent. und 1 fr. 10 cent. schwankt und man daher ohne beträchtlichen Fehler für alle Maschinen 1 fr. 9 cent. annehmen kann. Alsdann folgt, daß die Verhältnißzahlen der Gewichte mit denen der Preise verwechselt werden können, wie in 1. angenommen ist.

Aus der Vergleichung der Gewichte von Maschinen derselben Gattung aber verschiedener Größe zieht **Jullien** ferdas interessante Resultat, daß

das Totalgewicht der Maschine pro Pferdekraft ungefähr constant ist und

bei Maschinen ohne Expansion und Condensation 600 Kil.
„ „ mit „ ohne „ 700 „
„ „ „ Condensation mit oder ohne Expansion 800 „

beträgt.

Was nun die Preise der Maschinen anlangt, so zeigt sich zunächst, daß

der Preis der Bearbeitung dem Quadrate der Dampfkolben proportional sein müsse,

weil diese Kosten den Flächen proportional sind, bei ähnlichen Maschinen aber die Flächen unter einander proportional sind.

Unter diesen Voraussetzungen wird alsdann folgende Preistabelle gefunden.

Kosten von Balanciermaschinen incl. Aufstellung.

Pferdekräfte	Masch. ohne Expansion		Masch. mit Expansion	
	ohne Condensation	mit Condensation	ohne Condensation	mit Condensation
1,2	1540 fr.	2000 fr	1760 fr.	2000 fr.
2,0	2600	3360	2970	3400
3,2	3800	4900	4350	4950
4,7	5390	6930	6150	7000
6,6	7300	8450	8300	9500
9,0	9550	12400	10000	12450
12,0	12200	15800	14000	15850
15,6	15250	19700	17400	19800
19,8	18650	24200	21250	24200
24,8	22500	28600	25700	29300
30,6	26700	34500	30600	35000
37,0	31600	40650	36200	41200
44,8	36700	47500	42000	48000
54,0	41800	54000	48000	54200
63,2	49000	63100	56000	64000
74,6	56000	72000	63500	72500
87,0	63200	81700	72000	82000
111,0	79200	102500	90200	103500
138,5	97500	126500	111000	127000
170,0	118500	153000	135000	154000
207,0	142000	184000	162000	185000
248,0	168000	218000	192000	219000
295,0	197000	255000	225000	257000
348,0	230000	298000	263000	300000
407,0	264000	341000	300000	343000
473,0	301000	390000	345000	392000
545,0	340000	440000	390000	445000

Das rohe Metall ist hierbei zu folgenden Preisen angenommen:

Gußeisen	0 Fr.	55 Cent.	pro	Kilogr.
Schmiedeeisen	0 „	60 „	„	„
Eisenblech	0 „	70 „	„	„
Kupfer	3 „	0 „	„	„

und der Betrag der Fabrikationskosten und Abfälle für eine Maschine von 50 Pferdekräften zu

18000 Fr.

Jullien führt noch die Veranschlagung für horizontale Dampfmaschinen durch und findet dabei, daß man die Werthe der Balanciermaschinen aus den obigen beiden Tabellen mit

1,10	0,84	0,82
für Gußeisen	Schmiedeeisen	Kupfer

multipliciren müsse, um die entsprechenden Gewichte für die horizontalen Maschinen zu erhalten.

Die Gebläsemaschinen, Schiffsmaschinen und Locomotiven erfahren hierauf eine ganz ähnliche Behandlung und den Beschluß dieses Abschnittes machen einige anderweite minder wichtige Angaben.

Wollte man selbst den in Jullien's Werke ausgesprochenen Ansichten und gegebenen Vorschriften nicht durchgängig seinen Beifall geben, so glaube ich doch dieses Werk Jedem, der sich über die Dampfmaschine in constructiver Hinsicht gründlich unterrichten will, angelegentlich empfehlen zu können. Außerdem verdient es noch dadurch die Aufmerksamkeit des Mechanikers, daß es mit Consequenz das System der Proportionentheile entwickelt und seine großen Vorzüge gebührend hervorhebt. Ehe dieselben freilich praktisch hervortreten können, muß gewissermaßen eine Reformation des Maschinenbaues durchgefürt werden, bei welcher die vorgeschlagenen Nummern von Maschinentheilen zu Grunde gelegt würden. Aber welche Vereinfachung für den Constructeur, welche Ersparnisse für den Erbauer und Käufer von Maschinen, welche Leichtigkeit der Reparatur, welche leichte Verständlichung zwischen allen Partheien würde die Folge einer consequenten Durchführung dieser Principien sein! Man verlangte eine Dampfmaschine blos dem System und der Nummer nach und bedürfte keiner weiteren Zeichnungen; es könnten sich Maschinenbauanstalten lediglich für die Hestellung von Zahnrädern, Kolbenstangen, Balanciers u. dergl. begründen, aus denen diese Maschinentheile den blosen Nummern nach jederzeit in bester Qualität und schleunigst zu beziehen wären; es könnten bei Reparaturen auf die bequemste Weise die Stücke ersetzt werden, ohne daß dazu immer besondere Modelle anzufertigen wären, und noch viele andre nicht hoch genug anzuschlagende Vortheile würden aus einer solchen Einheit der Dimensionen entspringen.

K. B.

Notizen
über
verschiedene neuere hydrometrische Arbeiten.

Lapointe's Hydrometer. — Das Hydrometer von Lapointe, welches sich bereits im 6. Jahrgange des Technologiste beschrieben und abgebildet findet, ist erst neuerdings von Morin im Auftrage der Academie des Sciences geprüft worden; wir heben aus diesem Berichte Folgendes hervor.

Es besteht dieses Hydrometer (tube jaugeur) aus einem hydraulischen Flügel mit schraubenförmigen Flügeln, welcher in ein cylindrisches Rohr eingeschlossen ist und eine leichte, über den Wasserspiegel herabgehende senkrechte Welle in Umdrehung setzt, durch welche ein Zählapparat getrieben wird. Diese Vorrichtung wird in einem Schützen eingebaut, und da das Wasser durch denselben abfließen muß, so wird der Flügel eine bestimmte Zahl von Umdrehungen machen, die man am Zählapparate ablesen kann.

Lapointe's Versuche haben bewiesen, daß der Flügel erst bei einer gewissen Ausflußmenge sich zu drehen beginnt, und daß der Zuwachs in der Ausflußmenge dem Zuwachse in der Umdrehungszahl proportional sei. Bezeichnet man also mit Q die Ausflußmenge, mit n die Umdrehungszahl, so hat man zwischen beiden die einfache Abhängigkeit:

$$Q = a + b n$$

wo a und b zwei aus den Versuchen zu bestimmende Constante sind.

Die ersten Versuche von L wurden bei constantem Drucke angestellt, aber die erhaltene Formel ließ erwarten, daß das Instrument auch zur Wassermessung bei variabeln Ausflußmengen benutzt werden könne, und zahlreiche Versuche, bei denen die Wassermengen von 77 bis 423 Liter in der Secunde, und bei einer andern Versuchsreihe mit einem noch größeren Instrumente von 234 bis 816 Liter pro Secunde variirten, bewiesen die Richtigkeit dieses Schlusses.

Es ist daher Morin's Ansicht, daß dieses Hydrometer unter allen Verhältnissen mit Sicherheit und Bequemlichkeit angewendet werden könne, wenn einmal eine richtige Justirung desselben vorgenommen sei. Er macht auch noch darauf aufmerksam, daß es als Wasserzähler bei der Zumessung der Wasserquanten in geregelten Wasserversorgungen vortheilhaft benutzt werden könnte.

Boileau's Formel über den Ausfluß durch Mündungen. — Wir haben früher von Boileau's Untersuchungen über Ueberfälle gesprochen, und haben jetzt einer ähnlichen Arbeit über Mündungen zu gedenken. Boileau wendete Mündungen über die ganze Wand d. h. von der Breite des Canales an, bei denen also nur an der obern Kante Contraction vorkommt. Sie hatten 0,9 bis 1,638 Meter Weite und wurden sowohl bei freiem Ausflusse, als bei dem Ausflusse unter Wasser geprüft.

Für den freien Ausfluß fand B. die Formel:

$$v = \sqrt{2g \cdot \frac{h}{1 - \frac{\omega^2}{O^2}}}$$

wogegen der Ausfluß unter Wasser der Formel

$$v = \omega \sqrt{\frac{2gh}{\omega^2\left(\frac{1}{O_1^2} - \frac{1}{O^2}\right) + \left(1 - \frac{\omega}{O}\right)^2}}$$

entsprach, wo O den Anfangsquerschnitt vor der Mündung (man vergleiche den frühern Aufsatz).

- ω eine Section des Strahles, in welcher die Richtungen der Geschwindigkeiten der Fäden parallel und nahe gleich sind,
- O_1 einen analogen Querschnitt unterhalb des Scheitels des Aufstaus,
- h die Niveaudifferenz in den Sectionen O und ω bei freiem Ausflusse oder O und O_1 im andern Falle bedeutet.

Baumgarten's Correction der Prony'schen Formel. — In einer interessanten Abhandlung über den Woltmann'schen Flügel führt Baumgarten in den Ann. d. ports et chauss. 1847, 6. Erfahrungen an, über das Verhältniß der Maximalgeschwindigkeit V in der Oberfläche zu der mittleren Geschwindigkeit U des ganzen Profiles eines Flusses. Seine Versuche sind in der Garonne gemacht und er vergleicht die Resultate mit der bekannten Formel von Prony:

$$U = \frac{V(V + 2{,}37187)}{V + 3{,}15312}$$

und findet bei 22 Profilen, daß letztere Formel mit 0,8 multiplicirt werden muß, um den Beobachtungen zu entsprechen.

Es scheint diese Abweichung dadurch erklärlich, daß Prony's Formel auf Geschwindigkeiten von höchstens 1,2994 Meter in der Oberfläche begründet ist, während unter den 22 Beobachtungen Baumgarten's 20 eine größere Geschwindigkeit als 1,4 Meter zeigen.

Man dürfte also für Geschwindigkeiten von über 1,3 Meter richtiger nach folgender Formel rechnen.

$$U = \frac{0{,}8\, V(V + 2{,}37187)}{V + 3{,}15312}$$

In demselben Aufsatze wird für die mittlere Geschwindigkeit u einer Perpendicularen die einfache Abhängigkeit von der Oberflächengeschwindigkeit v

$$u = 0{,}842 \cdot v$$

gegeben. Dieses Verhältniß ist aus 21 verschiedenen Versuchen abgeleitet und weicht ebenfalls von den früheren Angaben ab. Nach den älteren Versuchen konnte man u = 0,915 v setzen, während die neue Formel 8 % weniger giebt.

Die Personenwagen der Chemnitz-Riesa'er Eisenbahn

von

Herrn **A. M. von Weber.**

Tafel VIII. Figur 1 u. 2.

Die eigenthümlichen Verhältnisse der Horizontalprojection der Chemnitz-Riesa'er Eisenbahn haben eine Wagenconstruction nöthig gemacht, welche in vielen Theilen von der bisher gebräuchlichen abweicht.

Die Curven der Bahn haben nämlich zu kleine Radien, um mit Sicherheit von gewöhnlichen Wagen durchlaufen werden zu können, während diese Radien wiederum nicht klein genug sind, um die Anwendung von Wagen mit beweglichem Untergestell zu motiviren, gegen deren Anwendung sich ohnehin noch mancherlei Einwände aus Sicherheitsrücksichten erheben lassen.

Die Bogenfedern wurden von vorn herein, aus Mißtrauen gegen ihre Solidität und wegen der zu befürchtenden vielen Schneewehen verworfen, wo dieselben, wie breite Schlittenkufen wirkend, sich auf den Schnee aufsetzen und die Wagen aus dem Gleise heben. Eben so wenig konnte ich mich aus constructiven Gründen, welche später entwickelt werden sollen, entschließen, die Buchanan'schen Bogenfedern zu empfehlen.

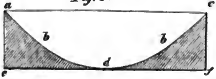
Die Vertikalprojection der Bahn mit ihren meilenlangen, starken Gefällen erfordert eine öftere und anhaltende Anwendung der Wagenbremsen und es galt daher die üble Erschütterung des Wagenkastens möglichst zu beseitigen, welche dem Passagier beim Bremsen so unangenehme Empfindungen erregt. Aus administrativen Gründen wurde vom Directorium die Anwendung von langen Wagenkästen, zu fünf und sechs Coupées, beschlossen, so daß sich, als Bedingungen für ein taugliches Wagengestell, Folgendes herausstellte.

1. Ein Räderstand von höchstens 13,25 Fuß engl.
2. Schmiegsamkeit des Federsystems nach der Seite.
3. Besonders große Steifheit der Gestellbalken, da der Wagenkasten vorn und hinten volle $5^1/_4$ Fuß über die letzte Achse auslabet.
4. Eigenthümliches Federsystem, welches das sanfte Spiel der Bogenfedern und ihre seitliche Beweglichkeit hat, ohne die Nachtheile der Zerbrechlichkeit, der Breite, der unbehülflichen Reparatur und Kostspieligkeit derselben zu besitzen, dabei aber auch so angebracht ist, daß es bei Schneefall keine Gefahr bietet.
5. Derartige Construction der starken sechsfachen Bremse, daß ihre Anwendung den Passagier möglichst wenig belästige.

Mehre Wagen der Chemnitz-Riesa'er Eisenbahn, welche nach der Zeichnung auf Taf. VIII. Fig. 1, 2. gebaut sind, haben nunmehr über 3000 Meilen, zuweilen schwer beladen, einige Mal überlastet, zurückgelegt und sind dabei in allen Stücken eher **über**, als **unter** den von ihnen gehegten Erwartungen geblieben.

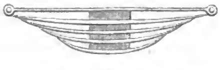
Um die Eigenthümlichkeit der Gestellconstruction folgerichtig darzustellen, muß ich mit dem **Federsysteme** beginnen. Das Princip' desselben ist das von Buchanan, „Trennung der Klingen", nur ist die Construction der Federn selbst eine richtigere geworden. Denken wir uns nämlich, wie wir ohne merklichen Fehler dürfen, das ganze einer Buchanan'schen Feder, mit allen Lamellen, als eine homogene, elastische Masse, so wird sie als ein Parallelepiped erscheinen, das mit seinen Enden den Wagenkasten trägt, während seine Mitte auf der Achse ruht. Nun liegt aber auf der Hand, daß in diesem Parallelepiped blos diejenigen Theile wirklich tragen, welche innerhalb der tragenden Linie **abbc** liegen, während alle Molekule, welche die Ab-

Fig. 3.



schnitte **aed** und **cdf** enthalten, bei allen Verrichtungen der Feder völlig überflüssig sind. Krümmt man daher Federlamellen in der Art, daß sie aufeinandergelegt die Linie **abbc** bilden, dabei sich aber nur mit den Spitzen berühren, während in ihrer Mitte, durch Zwischenlagen, Zwischenräume erhalten werden, so erhält man, in ungefähr beifolgender Gestalt, eine richtig construirte Feder, die, bei we-

Fig. 4.



niger Stahlaufwand, alle Vortheile der **Buchanan**-Feder vereinigt.

Dies System ist das für die Wagenfedern der Chemnitz-Riesaer Eisenbahn gewählte. Die Federn sind so construirt, daß sie, bei voller Belastung des Wagens, völlig gerade werden und bestehen aus 11 Lamellen von $^5/_{16}$ Zoll engl. Dicke und 3 Zoll Breite, zwischen welche in der Mitte 8 Zoll lange Bleche von $^1/_{16}$ Zoll Dicke gelegt sind.

Die oberste (12te) Klinge ist $^5/_8$ Zoll stark und von Auge zu Auge 5 Fuß 8 Zoll lang; über sie hin läuft ein Eisenband von 9 Zoll Breite und $^3/_{16}$ Zoll Stärke, in welchem, im Falle eines Bruchs der Feder, der Wagen hängt. Jede Feder ist mit 4 Bolzen von 1 □Zoll Querschnitt auf der Achsbüchse befestiget, welche Bolzen durch jede der Zwischenlagen hindurchgehen. Die Federn sind zwischen die starken, schmiedeeisernen Stützen a a mit Gelenken und Schrauben mit Gegenmuttern gespannt. Die Stützen b, b.... sind am Wagengerüst verschiebbar, da die verlängerten Löcher der Schrauben c c c... dieß Schieben gestatten. Mittels der Schrauben d d ist daher der Parallelismus der Achsen eben so wohl, wie die gehörige Spannung der Federn herzustellen.

Da nun von allen Achsgabeln abgesehen ist, so gestatten die langen Federn eine sehr bedeutende Durchbiegung nach der Seite, während die Schwingungen des Wagens in dieser Richtung von den lästigen Stößen frei bleiben, welche das Anschlagen der Achsgabeln in den Führungen der Achsbüchsen immer erzeugt.

Die Oscillationen der Wagen sind nach allen Seiten hin eben so stätig, als lautlos, angenehm und sanft, ohne die Weitläufigkeit der Schwingungen der Bogenfedern zu haben, welche hie und da schon Fälle von Seekrankheit erzeugten.

Der Bruch einer Feder oder irgend ein erheblicher Schaden an einer solchen ist bis jetzt, nach einem Betriebe von einem Jahre, noch nicht einmal vorgekommen; um aber allen Fällen vorzubeugen, sind hinter den Rädern weite Nothachsenhalter angebracht worden, die indeß die Achse nur bei Unfällen berühren können.

Diese Feder- und Gestellconstruction erlaubt nun bei einem Räderstande von 15 Fuß 3 Zoll das Durchfahren der Curven von 230′ Radius, ohne alle Schwierigkeit, während Wagen mit Achshaltern und noch etwas engerm Räderstande in derselben Curve kaum zu bewegen waren und oft das Gleis verließen.

Was nun die Anbringung der Bremse anlangt, so durfte dieselbe keineswegs am Wagenkasten geschehen, wenn die lästige Erschütterung desselben wegfallen sollte. Sind nämlich die Hängeisen der Bremsklötze am Wagenkasten befestigt, so steht, bei angezogener Bremse, da die Klötze zangenartig das Rad umschließen, der Wagen lediglich auf diesen Eisen und das Spiel der Federn ist paralysirt. Die Empfindung für den Passagier muß daher in Augenblicken, wo der Wagen gebremst läuft, mindestens so unangenehm sein, als ob er in einem ungefederten Wagen führe, abgesehen von den lästigen Tönen und Erzitterungen, welche das Bremsen selbst erzeugt.

Zur Vermeidung aller dieser Nachtheile sind die Bremsen der Personenwagen auf der Sh. R. Eisenbahn an die Achsenbüchsen gehängt worden.

Es wurden nämlich an dieselben starke Ohren angegossen und diese Ohren durch die schmiedeeisernen Bügel e. e. e... verbunden. Diese tragen nicht allein die Bremsklötze, sondern auch die Wellen, auf denen die Bremshebel stecken, so daß die complette Bremse bis auf Kurbel und Schraube lediglich auf den Achsbüchsen hängt. Die Schraube g wird mittels der Kegelräder K, von der Kurbel l aus, bewegt und zieht, mit ihrem Links- und Rechtsgewinde, die Stangen h. h und i. i an; da aber deren Gelenke horizontal liegen, so ist das Spiel der Federn auch bei angezogener Bremse in keinem Falle erschwert oder behindert.

Durch diese Anbringung der Bremse ist, wie vor Augen liegt, vollständig der Vortheil erreicht, daß sich alle Erschütterungen, eben sowohl die, welche die Räder durch die Ungleichheiten der Bahn erhalten, als jene, die durch das Bremsen selbst entstehen, blos durch die Federn dem Wagenkasten mittheilen können. Die Federn annulliren beide fast völlig und der Wagen bewegt sich, gebremst oder ungebremst, gleich sanft und wiegend.

Was nun die erforderliche große Steifheit der Gestellbalken anlangt, so ist dieselbe dadurch erreicht worden, daß man die beiden Hauptlangbalken mit $^1/_4$ zölligem Blech in ihrer ganzen Ausdehnung belegte, das, an den Zusammenstößen durch dahinter genietete Blechstücke verbunden, alle 6 Zoll mit Holzschrauben am Balken festgeschraubt wurde.

Auf diese Weise gewannen die Balken eine Steifigkeit, die bis jetzt, trotzdem, daß im Winter die neue Bahn oft böse Stellen zeigte, jedem Durchbiegen der Wagen widerstanden hat.

Durch die beschriebene Construction sind daher Wagen erzielt worden, welche

1. sehr leicht durch enge Curven gehen;
2. bei engem Räderstande lange Kasten tragen;
3. ungemein sanft auf ihren Federn spielen, welche bei aller Elasticität doch fest, sicher und billig sind, und
4. die Erschütterung beim Bremsen völlig verschwinden lassen.

Riesa den 14. Juli 1848.

A. M. v. Weber.

Notiz über den Directionswagen

der

atmosphärischen Eisenbahn von Saint-Germain.

Tafel 8. Figur 3 und 4.

Dieser Wagen, welcher bekanntlich jederzeit dem Zuge vorausgeht, da er mit dem in der Triebröhre bewegten Luftkolben in Verbindung steht, zeichnet sich durch einige Abweichungen in der Construction aus, so daß wir es für interessant halten, eine Beschreibung desselben nach Armengaud, Publication Industrielle, 6 vol. hier anzuschließen.

Was den obern Theil des Wagens anlangt, so fällt seine Einrichtung ganz in das Gebiet des Wagenbaues, so daß wir denselben in der Zeichnung weggelassen haben. Der Wagen ist nur bestimmt, die Zugconducteurs und Bahningenieurs und Inspectoren aufzunehmen und ist in drei Coupés getheilt, wovon die beiden äußern, für das dienstthuende Personal bestimmt, mit Manometern versehen sind, um den Grad der Evacuation im Rohre beobachten zu können. Der untere Theil des Wagenkastens A' ruht auf dem horizontalen Gestelle, welches den ganzen Mechanismus umschließt; übrigens ist der Wagen mit einer Art Geländer umgeben.

Die Mechanismen des Wagens betreffen:

1. ein beliebiges Anschließen oder Abschließen des Kolbens;
2. die Mäßigung der Geschwindigkeit der Räder durch einen kräftigen und energischen Brems;
3. das Manoeuvre des Verschlusses des Schlitzes der Triebröhre.

Die erste von diesen Operationen verlangt die Anwendung eines beweglichen Gestelles U, welches mit der Verbindungsstange T des Kolbens fest zusammenhängt und beliebig mit dem hölzernen mit Blech verstärkten Rahmen C', welcher allen Befestigungspunkten der beweglichen Theile als Stütze dient, verbunden werden kann. Dieses Gestelle kann zu den Bedürfnissen des Dienstes leicht abgehoben werden und bleibt dann auf der Bahn, z. B. um den Kolben umzudrehen, um ihn auszuwechseln, wenn der Durchmesser der Röhre sich verändert u. s. w.

Gegenwärtig macht man von dieser Einrichtung nur auf der Station Vesinet Gebrauch, wo ein verändertes System der Propulsion in Anwendung kommt. Man muß hier den Kolben im Rohre lassen und den Wagen mit den im letzten Hefte beschriebenen atmosphärischen Aufzügen bis an den Kopf des aufsteigenden Convois ziehen, hierauf die Verbindung mit dem Kolben wieder herstellen und den Zug sodann mit Hülfe des atmosphärischen Druckes aufsteigen lassen.

Dieses Manoeuvre geschieht auf folgende einfache Weise: Wenn man den Hebel D' bewegt, so theilt er den Wellfüßen t', die mit excentrischen Schlitzen versehen sind, und den Achsen u', auf welchen Letztere sitzen, seine Bewegung mit. Hierbei haben die an dem festen Rahmen C' befestigten Hebel mit Widerhaken y' mit den Vorsprüngen, welche in die Schlitze der Excentrics greifen, Bögen beschrieben, welche der Stärke der Längsschwellen des Rahmens gleich sind und haben den Wagen, welcher zwischen ihren Widerhaken ruht, aus diesem Lagerungspunkte fallen lassen, so daß er auf der Bahn stehen bleiben und den Directionswagen frei fortgehen lassen kann. Da diese zwei Theile des Zuges nun nicht mehr in derselben Horizontalebene fortgehen, so hat ein Supplementargleis zugegeben werden müssen, das aus hohlen Schienen besteht, in welchen die kleinen Räder E' des Wagens U laufen, welche auf der Achse y^2 sitzen und so eingerichtet sind, daß keine Seitenbewegung stattfinden kann, welche für die nachfolgende Operation der Verbindung sehr nachtheilig sein würde. Diese Bahn ist auf einen merklich stärker geneigten Unterbau gelegt, als die Hauptbahn, damit man bei einem neuen Zuge die Wellfüße t' wieder in Bewegung setzen könne, wenn die Wägen zusammengekommen sind, und also wieder Alles in den frühern Zustand der festen Verbindung mit dem Directionswagen bringen könne.

Der Brems dieses Wagens ist ein vierfacher. Die Backen J' wirken gleichzeitig auf den Kranz der sechs Räder K' und bewirken eine enorme Reibung, welche hinreicht, augenblicklich die Geschwindigkeit des ganzen Zuges zu moderiren, ja sogar den Zug fast zum Stillstand zu bringen. Um ihre Leistung selbstthätig zu machen, hatte man die Idee, die Backen zu Paaren durch liegende Wellen h^2 zu bewegen, deren Lager i^2 auf den Längsbäumen j^2 befestigt sind, und die mit starken excentrischen Hebeln L' gleichzeitig auf jedes Paar von Backen, aus denen das Bremssystem besteht, wirken. Man setzt diese letztern Maschinentheile durch eine Combination von Zugstangen und Hebeln, deren Thätigkeit leicht aus der Figur abzunehmen ist, in Bewegung; es ist nämlich an dem Stande des Conducteurs die Handhabe k^2, welche an der verticalen Achse M' steckt, angebracht und da das Ende der letzteren Achse mit einem Schraubengange versehen ist, welcher in die Mutter l^2 paßt, so wird die Bewegung der Letzteren durch den Winkelhebel N' an die horizontale Zugstange m^2 und von dieser durch

den Arm n^2 an die liegenden Wellen mit den Excentrics übertragen. Dreht man also die Kurbel k, so setzt man das ganze System in Thätigkeit und erzeugt eine um so größere Pressung, da die Excentrics gewissermaßen wie Keile oder Wellfüße gegen die Bremsbecken J' wirken.

An das Ende des Waggons ist durch die Hebel p^2 an dem Lager o^2 die Rolle O' befestigt, welche unaufhörlich auf den Längenschlitz zum Verschlusse der Triebröhre drücken und die Klappen wieder einfügen muß, wenn sie von der Kolbenverbindungsstange aufgehoben und bei dem Durchgange aus der Ordnung gebracht worden sind.

Dies sind die eigenthümlichen Einrichtungen des Directionswagens. Wir fügen noch hinzu, daß alle seine Theile durch Flacheisenbänder, die theils schief, theils rechtwinkelig zur Längenachse gelegt sind, und den obern Rahmen Q' fest verbunden sind. Letzterer trägt die Federn für die Buffer S'; die Federn T' des Wagens selbst sind äußerlich befestigt gegen die Schutzbleche U' und einerseits mit den Ringen r^2, andererseits mit der Zugstange s^2 verbunden. Daß bei den Passagirwagen ein Fußtritt V' an der ganzen Länge des Wagens hingeht und Steinfeger t^2, wie bei den Locomotiven zur Reinigung der Bahn, angebracht sind, versteht sich von selbst. Starke Zugstangen, die in Haken u^2 endigen und von dem Mittelpunkte des doppelten Rahmens C' auslaufen, stellen auf beiden Seiten des Wagens die Verbindung des Directionswagens mit dem übrigen Zuge her.

Transport von Erdmassen im Waggon auf provisorischen Bahnen

von

Piarron de Mondesir,

Ing. des ponts et chauss.

Den Vorzug, welchen der Erdtransport im Waggon in vielen Fällen über andre Transportmittel bietet, ist ein Factum, welches gegenwärtig von Niemand mehr bestritten wird. Aber die Frage, ob für die Erdarbeiten der Eisenbahnen zweckmäßiger die wirklichen Schienen und Lager, welche zum spätern Betriebe bestimmt sind, oder vielmehr provisorische vom Unternehmer zu legende Bahnen anzuwenden seien, hat erst seit ungefähr zwei Jahren Seitens der Administrationen eine definitive Lösung erfahren. Es ist durch den Bericht der aus den Inspectoren Fèvre, Hurel und Kermaingant zusammengesetzten Spezialcommission über die Verwendung der Rails und Materialien der definitiven Eisenbahn zur Ausführung der Erdarbeiten bei der Bahn nachgewiesen worden, daß es eine beträchtliche Oekonomie gewährt, zu den provisorischen Schienenwegen eben diese Schienen u. s. w. der wirklichen Bahn statt den von den Unternehmern zu liefernden provisorischen Rails zu benutzen.

Bei der Prüfung der so wichtigen Frage des Erdtransportes, welche der Gegenstand der vorliegenden Abhandlung ist, nehmen wir also an, daß die Rails und Lager vom Staate oder der Actiengesellschaft der Bahn dem Unternehmer geliefert werden, wobei jedoch Letzterer immer noch gehalten bleibt, das übrige erforderliche Material zu liefern.

Diese Frage ist bis jetzt noch wenig erforscht, sie verlangt ein sehr detaillirtes Eingehen in complicirte Verhältnisse und stellt sich in sehr verschiedenen Anschauungspunkten dar. Auch sind die Ingenieurs bis jetzt noch keineswegs über die Anwendung einer Grundformel so einig, wie sie es im Allgemeinen über die Formeln beim Transport mit dem Karren und Wagen sind.

Hierbei scheint nämlich ein Element wesentlich zu dominiren, auf welches bis jetzt noch nicht die nöthige Rücksicht genommen worden ist. Dieses Element ist die Zeit.

Wenn man einen Unternehmer, welcher schon größere Erdarbeiten mit dem Waggon ausgeführt hat, fragte, für welchen Preis er den Transport für einen bestimmten Einschnitt, dessen Elemente ihm völlig zu Gebote stünden, übernehmen wolle, so würde er antworten, daß dies von der ihm zustehenden Zeit abhängen müsse, weil er hiernach das mittlere Arbeitsquantum bemessen und die Organisation des Betriebes einrichten müsse.

Man begreift z. B., daß, wenn es sich darum handelte, einen Einschnitt von 60,000 Cubiemetres in zwölf Monaten zu eröffnen, das tägliche Arbeitsquantum nicht über 200 Cubiemeter zu steigen brauche, weil man dann monatlich 5000 Cub. Met. und folglich in zwölf Monaten die gesammten 60,000 Cub. Met. leisten könnte; wollte man sich aber zu derselben Arbeit nur sechs Monate Zeit gestatten, so müßte man auf ein tägliches Arbeitsquantum von 400 Cub. Met. rechnen, was eine größere Zahl von Waggons und eine beträchtlichere Ausgabe für provisorische Schienenwege nöthig machen würde. Die Kosten pro Cu-

bicmeter sind daher im letzteren Falle unstreitig größer, als im erstern.

Das tägliche Arbeitsquantum steht im umgekehrten Verhältnisse der Zeit; die Organisation der Arbeit regelt sich nach dem Arbeitsquantum und die Kosten variiren natürlich mit dieser Vertheilung der Arbeit.

Die Zeit ist sonach das Hauptelement der Frage.

Aber wie soll man dieselbe numerisch einführen?

Nach unserer Meinung besteht das einfachste Mittel, alle Elemente und Umstände bei dieser Frage zu berücksichtigen, darin, daß man verschiedene Kathegorien von Einschnitten nach der Cubic-Menge des zu transportirenden Materials und der mittleren Leistung, die man erreichen will, macht; diese Art der Lösung führt auf sicherem Wege auf das Gesetz, nach welchem die Transportkosten mit der Zeit variiren.

Es giebt drei Dinge, welche bei einem wohl organisirten Betriebe mit Waggons richtig zusammengreifen müssen, nämlich das Füllen, der Transport und das Ausstürzen.

Falsch wäre es, wollte man annehmen, daß das Füllen jederzeit zu einer vorherbezeichneten beliebigen Cubicmasse durch eine hinreichende Menschenmenge gebracht werden könne. Dies ist theoretisch wahr, aber in der Praxis giebt es Grenzen. Es versteht sich in der That von selbst, daß man auf einen Punkt des Einfüllens wegen nicht eine unendliche Menge Menschen stellen könne; die Natur des Terrains, die Tiefe des Einschnitts, die Maximaldistanz, die man für den Transport eines Theils der Masse im Karren nach den Waggons hin festsetzt, sind die hauptsächlichsten Ursachen, welche auf die Ausdehnung des Ladeplatzes von Einfluß sind. Wenn man sich also von vornherein zu einem einzigen Ladeplatze bestimmen wollte, so würde man dem Arbeitsquantum Schranken ziehen, die oft sehr eng ausfallen dürften; aber wir werden finden, daß es jederzeit möglich ist, zwei oder selbst drei Ladepunkte anzunehmen.

Die Frage, welches Arbeitsquantum bei einem einzigen Ladepunkte als Maximum anzusehen sei, kann nicht genau auf allgemeine Weise beantwortet werden. Es ist dies eins der unbestimmtesten Data des Problemes, dessen Lösung wir suchen. Wir haben angenommen, daß ein Quantum von 400 Cubicmeter zwei Ladepunkte nöthig mache, und daß von 600 Cubikmeter an deren drei erforderlich seien.

Diese Grenzen mögen vielleicht ein wenig gering erscheinen; wir haben auch selber mehrere Male beträchtlichere Quanten als 400 Cubicmeter bei einem Ladepunkte debitiren, sehen, allein wir glauben, nach den geringen Erfahrungen, die wir über diese Materie haben sammeln können, daß es

Unbequemlichkeiten und sogar Gefahren nach sich ziehen kann, auf solche Weise eine zu große Menschenmenge auf einen einzigen Punkt zusammenzudrängen, und daß es viel besser sei, die Kosten eines Hülfsgleises, welche gar nicht so bedeutend sind, daran zu wenden, um sich einen zweiten Ladepunkt zu gewinnen.

Was den Transport anlangt, so kann er natürlich kein Hinderniß abgeben; man wird sich denselben jederzeit durch eine hinreichende Zahl von Pferden und Relais garantiren können.

Das Ausleeren wurde noch vor Kurzem als ein Hinderniß angesehen, welches das tägliche Arbeitsquantum auf ungefähr 500 Cubicmeter bei den größten Einschnitten zu beschränken nöthige. Dies wäre richtig, wenn man gezwungen wäre, alle Waggons auf demselben Punkte auszuladen, aber, so wie man sich mehrere Ladeplätze verschaffen kann, eben so wenig kann man verhindert sein, bei großen Einschnitten einen zweiten Ausladepunkt anzunehmen und den Auftrag z. B. in zwei Terrassen zu leiten. Wir nehmen daher hier an, daß man auf demselben Punkte mit drei Gleisen bis zu 600 Cubicmeter ausstürzen kann, und daß bei größeren Mengen ein zweiter Ausladepunkt nöthig wird.

Dies vorausgesetzt theilen wir nun die Einschnitte in vier Kathegorien, nämlich:

1. Kleine Einschnitte mit 100 Cubicmeter täglichem Arbeitsquantum.
2. Mittlere Einschnitte mit 200 Cubicmeter täglichem Arbeitsquantum,
3. Große Einschnitte mit 400 Cubicmeter täglichem Arbeitsquantum,
4. Sehr große Einschnitte mit 600 Cubicmeter täglichem Arbeitsquantum.

In den beiden ersten Fällen nehmen wir blos einen Einladeplatz und einen Ausladeplatz mit zwei Gleisen an.

Im dritten Falle sind zwei Ladepunkte und ein Stürzplatz mit drei Wegen angenommen.

Endlich für den vierten Fall werden drei Ladepunkte und zwei Ausladeplätze, der eine mit zwei, der dritte mit drei Gleisen vorausgesetzt.

Wir berücksichtigen so alle Fälle, welche vorkommen können und die angenommenen Einrichtungen der Arbeitspunkte sind sicherlich in Uebereinstimmung mit den gewöhnlichen Vorkommnissen der Praxis.

Um vier specielle Formeln für jeden dieser vier Fälle aufzustellen, müssen wir voraus gewisse Preise und Erfahrungsresultate, welche aus den Beobachtungen an funfzehn Betriebspunkten mit Waggons im Arrondissement du Nord abgeleitet sind, anführen.

Rails und Lager. — Der Unternehmer hat den

Transport der Rails und Chairs aus den Lagerplätzen nach den Betriebspunkten und zurück zu bestreiten. Er muß ferner die Abnutzung dieses Materials, d. h. die Verluste, Verschlechterungen, die Geradbiegungskosten, die Schienencurven u. dergl. übernehmen.

Man kann im Mittel die Entfernung der Vorrathsplätze zu den Betriebspunkten auf 3 Kilometer schätzen, also auf 6 Kilometer für den Hin- und Her-Weg. In Berücksichtigung der aus dem doppelten Aufladen und dem Transport auf Beiwegen entspringenden Schwierigkeiten, rechnen wir die Transportkosten pro Kilometer und Tonne zu 0,5 Francs, also im Ganzen auf 3 Fr. pro Tonne. Das Gewicht der Schienen soll übrigens zu 30 Kilogrammes pro laufendes Meter und das mittlere Gewicht der Lager zu 10 Kilogrammes angenommen werden.

Rücksichtlich der Abschätzung des Minderwerthes des Materials haben wir noch keine Data aus eigner Beobachtung an unsern Betrieben ableiten können, weil die Unternehmer das vom Staate ihnen überlassene Material noch nicht wieder eingeliefert haben. Der Inspector Kermaingant setzt aber in seinem schon citirten Berichte diesen Minderwerth auf 0,59 Fr. an, und wir wissen, daß auf der Bahn von Rouen, wo die Schienen 35 Kilogramm pro laufendes Meter wiegen, dieser Minderwerth mit 0,50 Fr. bezahlt worden ist.

Da wir hier vier besondre Fälle betrachten, und da der Minderwerth mit der Wichtigkeit der Einschnitte wachsen, wie übrigens auch weiter unten dem Unternehmer für den Aufwand bei Legung von Weichen, welche weder ein Schneiden, noch ein Krümmen von Rails fordern, Rechnung tragen, so wollen wir hier folgende Annahmen einführen:

bei kleinen Einschnitten	0,45 Fr.	pro laufendes Meter;
bei mittlen "	0,50 "	" " "
bei großen und sehr großen Einschnitten	0,55 "	" " "

Provisorische Schwellen, Nägel und Keile. — Der mittlere Preis einer weichen Schwelle betrug 1,10 Fr.

Vier schmiedeeiserne Nägel, 125 Millimtr. lang, 19 Millimtr. dick, welche pro Stück 0,25 Kilogramm wogen, kosteten	0,57 "
Zwei Keile von Eichenholz à 0,13 Fr.	0,26 "
Preis einer Schwelle mit Nägeln und Keilen	1,93 Fr.

Dieses Material erfährt eine beträchtliche Verschlechterung. Kermaingant schätzt sie bei dem Holze auf zwei Drittel. Wir halten dies für zu wenig und rechnen die Interessen und Abnutzung:

im 1. Falle	zu 60	pro Cent.	1,158 Fr.
" 2. "	" 70	" "	1,351 "
" 3. u. 4. "	" 80	" "	1,544 "

Legen und Abtragen von einem laufenden Meter.

Das Legen von einem laufenden Meter Schienenweg incl. Festmachen der Schwellen kostet gewöhnlich	0,30 Fr.
Das Corrigiren kostet pro laufd. Mtr.	0,25 "
Das Abtragen " " " "	0,10 "

Bahnabweichungen — Unter Bahnabweichungen versteht man das Legen eines Herzstücks und Excentrics mit zwei beweglichen Rails.

Eine Weiche besteht aus zwei Bahnabweichungen in entgegengesetzter Lage, die durch eine gewisse Länge Bahn verbunden sind. Wir geben ihnen jederzeit 72 Meter (16 Schienen) Länge.

Außer dem obigen Kosten für das Legen, Abtragen und Wiederauflegen des Gleises, welche auf die Länge der Weichen zu berechnen sind, muß man einen Mehrbetrag für das Legen der Bahnabweichungen zahlen.

Hierzu theilen wir folgende Details mit:

Ein Herzstück und zwei Gegenschienen von Gußeisen, 48 Kilogr. schwer a 0,4 Fr.	19,20 Fr.
Ein Träger von Buchenholz	8,40 "
Zehn eiserne Bolzen, 5 Kilogr. à 0,70 Fr.	3,50 "
Eichene Pfoste unter dem Excentric	9,60 "
Eichene Schwellen unter den beweglichen Rails	36,00 "
4 schmiedeeiserne Steifen unter den Schienenstühlen, 22,8 Kilogr. schwer à 0,7 Fr.	15,96 "
Stange für das Excentric, 9,75 Kilogr. à 0,7 Fr.	6,82 "
Hebel für das Excentric, 8,1 Kilogramm à 0,7 Fr.	5,67 "
Drei Bolzen zusammen 3,1 Kilogr. à 0,7 Fr.	2,17 "
Umgeschlagene Nägel zur Befestigung der Stühle auf den Zwischensteifen, zusammen 3 Kilogr. à 0,7 Fr.	2,10 "
Summa	109,42 "

Die zwei Bahnkreuzungen einer Weiche kosten also für die bloße Herstellung 218,84 Fr.

Da das Material hierzu Schmiede- und Guß-Eisen und hartes Holz ist, so wird es durch den Gebrauch nicht über die Hälfte verlieren. Wir rechnen daher für jede Weiche 109,42 Fr. Die übrigen Kosten für das Legen, Umlegen und Abnehmen einer Weiche incl. der Gabel des Lade- und Ausladeplatzes berechnen sich wie folgt:

Für das Legen	22,00 Fr.
Für das Abtragen	5,00 "
Für das Umlegen	22,00 "

Man braucht eine Weiche für den Ladepunkt eine zweite für den Stürzplatz und soviel Weichen dazwischen, als man Relais hat, weniger eine.

Waggons. Ein Waggon, welcher nach vorn oder zur Seite stürzt und gut geladen 3 Cubicmeter faßt, mit Schaalengußrädern von 65 Centimeter Durchmesser kostet neu 650 Fr.

Hierzu ein Brems für schiefe Ebenen kostet neu 43 »

Die Summe, welche man dem Unternehmer für jeden Waggon zu zahlen hat, besteht aus den Interessen des Anschaffungscapitals, dem Unterhaltungs- und Abnutzungsaufwande. Wir rechnen diese Kosten folgendermaßen:

1. Fall.	Interessen von 650 Fr. auf 12 Monate zu 6 p. C.	39 Fr.
	Unterhaltungsaufwand auf 12 Monate	80 »
	Abnutzung nach 12 Monaten Gebrauch	250 »
	Summa	379 »
2. Fall.	Interessen von 650 Fr. auf 14 Monate	45,5 Fr.
	Unterhaltungskosten	95,0 »
	Abnutzung	300,0 »
	Summa	440,5 »
3. Fall.	Interessen von 650 Fr. auf 16 Monate	52 Fr.
	Unterhaltungskosten	110 »
	Abnutzung	350 »
	Summa	512 »
4. Fall.	Interessen von 650 Fr. auf 18 Monate	58,5 Fr.
	Unterhaltungskosten	125,0 »
	Abnutzung	400,0 »
	Summa	583,5 »

Man nimmt an, daß täglich ein Zehntel der Waggons über die in Gang befindlichen in Reserve gehalten werde.

Die Waggons eines und desselben Werkplatzes werden nicht alle gleichzeitig auf die Bahn gestellt. Die Zahl muß sich allmählich mit der Vermehrung der Transportlänge vergrößern. Man muß daher die hier angegebene Zeit nicht als die ganze Dauer der Vollendung ansehen, sondern nur als eine der Berechnung halber eingeführte mittlere Zeit.

Unterhaltung der Bahn. — Diese variirt sehr nach der Beschaffenheit des Terrains. Nach den von uns gesammelten Erfahrungen, hat sie sich auf unsern Bauen auf 0,07 Fr. pro laufendes Meter belaufen. Da aber der größere Theil dieser Erdarbeiten in dem Kreidegebirge, wo sich die Wege gut halten, ausgeführt worden sind, so halten wir es für passender, sie zu 0,10 Fr. pro laufendes Meter anzusetzen.

Zugmittel. — Wenn die Entfernung eine gewisse

Größe erreicht, so bringt man mittelst Weichen, in welche man die leeren Waggons einkehren läßt, Relais an. Die Länge der Relais und die Zahl der Züge müssen so regulirt werden, daß die Pferde täglich die als mittlere tägliche Arbeit fixirte Zahl von Kilometers zurücklegen.

Dies ist also das erste Element, welches man bestimmen muß, und welches wir zu 28 Kilometer ermittelt haben. Es ist dies eine Mittelzahl, die wir aus den Erfahrungen an unsern best eingerichteten Arbeitspunkten abgeleitet haben.*) Uebrigens scheinen die Unternehmer selbst nicht recht einig über diese Größe. Die Engländer schonen z. B. ihre Pferde weit mehr, als die Belgier und lassen sie nicht so große Distanzen durchlaufen. Kermaingant nimmt den täglichen Weg nur zu 30 Kilomtr an, incl. der bei jedem Zuge verlorenen Zeit, auf welche er 500 Mtr. rechnet. Aber wir werden bei den 28 Kilomtr. keine verlorene Zeit weiter berücksichtigen.

Das zweite zu bestimmende Element ist die mittlere Zugkraft der Pferde auf provisorischen Bahnen. Wir haben durch Erfahrungen auf genügende Weise ermitteln können, daß die Zugkraft guter Pferde zu drei Waggons auf 2 Pferde angenommen werden kann, wenn jeder Waggon 2,4 Cubicmtr. anstehendes Erdreich faßt.**) Dies beträgt so-

*) Bei der Formel über den Transport mit dem Wagen wird gewöhnlich die Totallänge, welche der Wagen durchlaufen würde, wenn keine Anhaltverluste vorkämen, zu 36 Kilomtr. in 10 Stunden berechnet. Um hieraus die von den Pferden effective durchlaufene Entfernung zu bestimmen, muß man die Längen, welche den beim Laden und Ausladen erfolgenden, von der Natur des Transportmaterials und der Transportlänge abhängigen Zeitverlusten entsprechen, abrechnen. Schätzen wir diese Länge zu resp. 600 und 1800 Mtr. für ein Pferd und 3 Pferde am Wagen, so ist der effective Weg des Pferdes nur 9000 Mtr., bei der Minimaldistanz von 100 Meter, während er 34200 Meter beträgt für die Maximaldistanz des Transportes von 17100 Mtr. Die Formel, von der wir reden, nimmt also auf den täglichen Weg des Pferdes keine Rücksicht und hieraus folgt, daß die Transports auf kurze Strecken verhältnißmäßig theurer bezahlt werden, als die langen. Man könnte diesem Uebelstande theilweise durch eine vermehrte Ladung im ersten Falle und durch Verminderung derselben bei großen Distanzen abhelfen.

**) Wir abstrahiren hier von geneigten und steigenden Ebenen, und das gegebene Mittel ist aus den Resultaten sehr verschiedener Vorkommnisse gezogen. Es würde sehr schwer sein, auf diese Einflüsse bei provisorischen Bahnen Rücksicht zu nehmen. Denn man erfährt auf solchen Bahnen Widerstände und Reibungen, die an den definitiven Bahnen gar nicht vorkommen, und die doch in manchen Fällen mehr Einfluß als Rampen haben. Uebrigens wäre es irrig, wollte man annehmen, daß einer Steigung der definitiven Bahn von 0,004 in der Richtung nach dem Einschnitte oder Auftrage auch eine Steigung der provisorischen Bahn für den Transport der Erdmassen von 0,004 entsprechen müßte. Man findet im Gegentheil bei großen Einschnitten, daß der größere Theil der abgestochenen Masse gewöhnlich auf geneigten Ebenen fortgeschafft wird, wenn auch der Abhang der wirklichen Bahn vom Einschnitte nach dem Auftrage zu ansteigend sein sollte.

nach 3,6 Cubicmtr. pro Pferd. Kermaingant rechnet nur 3 Cubicmtr. auf ein Pferd, doch scheint dies zu wenig.

Wir nehmen übrigens an, daß die Transportlänge in Relais von 1000 Mtr. getheilt sei, und daß folglich täglich 14 Convois abgehen, und wir berechnen die Kosten nach diesen Grundlagen.

Indessen muß noch bemerkt werden, daß wegen der kurzen Strecken zwischen dem ersten und letzten Relais von der Weiche des Einlade- und Ausladeplatzes, welche die Werthe von 200, 400, 600 bis 800 Mtr. durchlaufen,*) dem Unternehmer ein kleiner Mehraufwand in den Transportkosten erwachsen wird, wenn diese Längen die Größe von 400 bis 600 Mtr. erlangt haben. Die ersten 200 Mtr. können mit den Pferden des letzten Relais durchlaufen werden, welche dann 33600 Mtr. zurück zu legen haben, und wenn die Länge 800 Mtr. erreicht hat, so wird man einen neuen Relais bilden, wo die Pferde blos 22400 Mtr. Weg zu machen haben, was eine Art von Compensation ohne Kostenvermehrung abgiebt. Aber wenn die Entfernung 400 bis 600 Mtr. beträgt, so wird man einen provisorischen Relais mit einer um die Hälfte verminderten Zahl von Pferden anwenden, welcher 28 Züge statt 14 macht, indem man jeden Convoi in zwei Theile theilt. Die Pferde dieses provisorischen Relais durchlaufen anfangs 22400, dann 33600 Mtr., also im Mittel 28 Kilomtr. Es zeigt sich aber, daß dieser provisorische Relais eine Kostenvermehrung verursachen muß, die sich folgendermaßen berechnet.

Sei d das tägliche Leistungsquantum des Einschnittes,
6 Fr. der Lohn für ein Pferd pro Tag,
3 Fr. der Lohn für einen Conducteur pro Tag,
2 Fr. der Lohn für einen Aufseher
a die Pferdezahl für ein ganzes Relais von 1 Kilomtr.

Der Preis des Transports von einem Cubicmtr. auf ein Mtr. Länge ist sonach:

$$\frac{a \cdot 6 + 5}{d} = 6 \cdot \frac{a}{d} + \frac{5}{d};$$

derjenige für den Transport auf einem provisorischen Relais von 500 Mtr. im Mittel:

$$6 \cdot \frac{a}{2d} + \frac{5}{d};$$

dieser zweite Preis ist daher verhältnißmäßig größer, als der erste und zwar um

$$\frac{2{,}5}{d} \text{ Fr.}$$

Die Vermehrung in den Kosten beträgt sonach pro Cubicmtr. auf 1 Mtr. Entfernung

$$\frac{0{,}005}{d},$$

*) Die Weiche des Ausladens verändert sich ungefähr alle 200 Mtr.

sie muß aber, da sie nur ungefähr auf die Hälfte der Masse Anwendung findet, reducirt werden auf:

$$\frac{0{,}0025}{d}$$

Schmieren der Waggons. — Wir haben gefunden, daß dieser Aufwand sich auf 0,19 Fr. pro Tag und Waggon belaufe, wenn derselbe 12 Kilomtr. wirklichen Weg macht, oder 2,4 Cubicmtr. auf 6 Kilomtr. Entfernung schafft.

Die Kosten pro Cubicmtr. und Mtr. Entfernung betragen sonach 0,0000132 Fr.

Ausleeren. — Wir setzen voraus, daß das Ausstürzen den Umständen nach auf zwei oder drei Bahnen erfolgt, die Ausladeweiche jederzeit 72 Mtr. Länge erhält, die Entfernung zwischen dem Ende der Weiche und der Ausladegabel immer möglichst kurz, also 13,5 Mtr. ist, im ersten Falle die Länge des doppelten Ausladegleises höchstens 401 Mtr. und in den andern Fällen die Länge des doppelten oder dreifachen Gleises höchstens 201 Mtr. beträgt.

Wenn diese Maximallängen erreicht sind, trägt man die Ausleerungsweiche ab, um sie wieder so zu legen, daß ihr Ende 27 Mtr. (6 Schienen) von dem Absturze entfernt ist, weil man drei Schienen zwischen der Weiche und der Gabel und drei Schienen zur Heranziehung des vielfachen Ausladegleises braucht. Hieraus folgt, daß man im ersten Falle die Ausladeweiche aller 387,5 Mtr. und in den andern Fällen aller 187,5 Mtr. umlegen müsse.

Bei diesen Dispositionen

1. durchläuft ein Pferd für die Ausladewaggons im ersten Falle tägliche Wege von 5300 bis 37800 Mtr.;
2. für die andern drei Fälle Wege von 10600 bis 42000 Mtr. Aus diesem Grunde rechnen wir die Ausladepferde in den drei letzten Fällen 1 Fr. mehr pro Pferd.
3. Muß die wirkliche Transportweite um 257 Mtr. im ersten Falle und um 157 Mtr. in den drei andern Fällen vermindert werden.

Die angenommenen Maximalentfernungen würden in der Praxis für den täglichen Weg der Pferde nicht angenommen werden können, wollten wir annehmen, daß die Waggons auf gewöhnliche Weise d. h. durch Handearbeit ausgeladen würden. Aber wir setzen voraus, daß man bei allen sich vorn öffnenden Waggons das Ausladen nach englischer Art annimmt und nur bei den zur Seite kippenden deren Zahl recht gut auf das Sechstel oder Siebentel der ganzen Zahl beschränkt werden kann, das Ausleeren mit der Hand anwende. Das Pferd wird angespannt mittelst des englischen Hakens, welcher auf Taf. VIII. Fig. 6 dargestellt ist. Man treibt es zu einem schnellen Trab, mitunter sogar zum Galopp an, ehe man an den Absturz des Auftrages kommt. Dort wird das Pferd vom Lenker abgespannt, mittelst des in dem Loche a befestigten Seiles, und springt aus dem

Wege. Der Waggon, welcher seine Geschwindigkeit beibehält, kommt so an das Ende der Rails, seine Vorderräder treten darüber hinaus, laufen über Querschwellen, welche deshalb etwas tiefer gelegt sind als das Niveau der Schienen und eine Art geneigte Ebene von ungefähr 1 Meter Länge bilden, und hält darauf an dem aus übereinandergelegten Schwellen bestehendem Sturzbocke am Ende der schiefen Ebene an. Figur 5. In dieser Stellung stehen die Hinterräder ganz nahe am Ende der Rails und ungefähr 1 Decimeter höher als die Vorderräder und der Wagen stürzt sich von selbst und leert sich selbst bei etwas klebenden Erdarten. Der Knecht bringt sofort den Kasten in Ordnung, man spannt das Pferd wieder an und trabt davon.

Dieses System verlangt zwei Vorsichtsmaaßregeln; erstens muß man das vorderste Bret abnehmen, sobald der Waggon auf die Aussturzbahn gelangt, und zweitens muß Einer der Abgleicher den Bolzen, welcher den Kasten am Gestelle festhält, in dem Momente ausziehen, wo der Kasten umschlagen will. Die Summe der Zeitverluste beim Abspannen des Pferdes am Sturzplatze, beim Umschlagen des Kastens, beim Einrichten des Letztern, dem Wiederanspannen des Pferdes, dem Abspannen desselben bei der Weiche und dem nochmaligen Anspannen an einen andern Waggon beträgt auf einem wohleingerichteten Betriebe kaum eine halbe Minute, doch kann man sie in Berücksichtigung der seitwärtsstürzenden Waggons zu einer Minute ansetzen. Wenn man annimmt, daß das Pferd mit 5500 Met. mittlerer Geschwindigkeit pro Stunde geht, und die Entfernung des Mittelpunkts der Weiche bis zu dem Absturze des Auftrages 150 Met. beträgt, so kann man in 10 Stunden Arbeitszeit 143 Waggons stürzen und von dem Pferde einen Totalweg von 43 Kilomet. erhalten.

Einfüllen. — Es werden jederzeit zwei Einfüllgleise auf 100 Meter mittlere Länge angenommen und eine Weiche. Die Waggons für die Füllung werden von den Erdarbeitern selbst vertheilt, sei es auf eins, oder auf das andre, oder gleichzeitig auf beide Gleise. Wenn die Waggons voll sind, so müssen die Arbeiter die Rails reinigen und den Waggon auf eine gewisse Länge fortstoßen, die im Mittel 43 Met. betragen mag. Hieraus folgt, daß die wirkliche Entfernung des Transports sich theils beim Einfüllen, theils beim Ausstürzen um 300 Met. im ersten Falle und um 200 Met. in den drei andern Fällen vermindert.

Wir können nunmehr die vier Formeln, um die es sich handelt, aufstellen; sie erhalten sämmtlich die Form:

$$\frac{A}{m} + Bl + C$$

wo m die Cubicmenge des zu transportirenden Erdquantums, l die mittlere Entfernung,

A. eine Constante, welche die Herstellungskosten des Arbeitsplatzes,

B. eine Constante, welche die Transportkosten pro Cub. Met. auf 1 Met. Entfernung,

C. eine Constante, welche die übrigen von der mittlern Entfernung und Erdmasse unabhängigen Kosten betrifft,

bedeutet. Die Arbeit vereinfacht sich, wenn wir auf alle vier Fälle zugleich Rücksicht nehmen, statt sie separat zu behandeln.

Mit L wollen wir die Totallänge zwischen dem Anfange des Auftrages und dem Ende des Einschnittes,

Mit D die Länge, auf welche die Erdmenge des Abtrages im Waggon zu transportiren ist,

Mit R die Länge, auf welche die Erdmenge des Auftrages zu schaffen ist,

bezeichnen.

Herstellungskosten des Werkplatzes im Abtrage. (Constante A.). — Diese Kosten zerfallen in acht Kathegorieen; nämlich:

1. Die Transportkosten der Rails und Chairs von den Vorrathsplätzen nach dem Werkplatze und vom Werkplatze nach den Vorrathsplätzen. — Diese Kosten sind schon zu 3 Fr. pro Tonne ermittelt worden, wobei 30 Kilogr. als Gewicht des laufenden Meters Schienen und 10 Kilogr. als das mittlere Gewicht der Stühle angenommen wurden. Aber es bleibt noch zu ermitteln: die Länge der Schienenbahn und die Zahl der Chairs für jeden der vier betrachteten Fälle.

Im ersten Falle wird diese Länge sein

$$2\left[L + 501 + \left(\frac{L-300}{1000} + 1\right)72\right];$$

denn zu der Länge L sind 501 Met. doppeltes Gleis für das Füllen und Stürzen und die Länge der Weichen, deren Zahl $\left(\frac{L-300}{1000} + 1\right)$ beträgt, hinzuzufügen.

Reducirt man diese Formel, so erhält man für den ersten Fall $2(1{,}072\,L + 551{,}4)$.

Für den zweiten Fall wird diese Länge

$$2\left[L + 301 + \left(\frac{L-200}{1000} + 1\right)72\right] = 2(1{,}072\,L + 358{,}6).$$

Für den dritten Fall ist diese letztere Länge um die zu dem zweiten Füllungspunkte und dem dritten Stürzungspunkte erforderliche Länge zu vermehren. Diese Hülfsbahn hat eine Theilung von 100 Meter am Füllungsplatze und die erforderliche Zahl von Weichen. Vorausgesetzt, daß sie sich an das Hauptgleis bei dem Ueberschreitungspunkte des Einschnittes anschließt und daß ihre Relais mit denen der Hauptbahn zusammentreffen und an Zahl durch

$\frac{D}{1000}$ gegeben werden, so wird die Zahl dieser Weichen betragen $\left(\frac{D}{1000}+1\right)$. Die Länge der Hülfsbahn berechnet sich dann zu

$$D + 100 + \left(\frac{D}{1000}+1\right) 72 = 1{,}072\ D + 172$$

und die Totallänge beläuft sich daher im dritten Falle auf:

$$1{,}072\ (L + D) + 731{,}6.$$

Da das zweite Geleis abgenommen werden muß, ehe das erste seine Thätigkeit vollendet hat, so werden die Rails des zweiten in der letzten Zeit mit benutzt werden können. Wir haben daher die erforderliche Totallänge von Schienen auf das Doppelte der festen Bahn weniger 600 Meter zu berechnen, d. i.:

$$2\ [1{,}072\ (L + D) + 431{,}6].$$

Im vierten Falle ist die vorige Länge um die zu dem dritten Füllungs- und dem zweiten Stürzungswege erforderliche Schienenlänge zu vermehren. Um Verwirrungen zu vermeiden, legt man am zweckmäßigsten einen zweiten vom ersten unabhängigen Transportweg auf die ganze Länge des Arbeitsplatzes an. Indessen muß diese zweite Bahn mit der ersten in der Art verbunden werden, daß die Waggons von jedem der drei Ladeplätze nach jedem der beiden Ausstürzplätze gelangen können. Die Länge dieser zweiten Bahn ist mit Ausschluß ihrer Weichen und der mehrfachen Gleise nach den Lade- und Stürzplätzen in der Regel kürzer als L, weil die untere Schicht des Auftrages nicht immer bis an das Ende des Auftrages selbst reicht; indessen soll sie gleich L angenommen und dafür Nichts für die Bahnkreuzungen zum Uebergange aus einem Gleise in das andre angesetzt werden.

Hiernach beträgt die Länge dieser Bahn mit ihren Weichen und doppelten Wegen für das Einfüllen und Ausstürzen

$$L + 300 + \left(\frac{L - 200}{1000}+1\right) 72 = 1{,}072\ L + 358{,}6$$

und die Totallänge der fixen Bahn

$$2{,}144\ L + 1{,}072\ D + 1090{,}2 \text{ Meter.}$$

Aber die Länge der hierzu erforderlichen Schienen wird nicht das Doppelte hiervon erreichen, denn nach Benutzung des dritten Füllungsgleises sind dessen Rails disponibel. Wir wollen die Länge, welche mit solchen schon benutzten Rails belegt werden kann, annähernd zu 600 Meter ansetzen, und dann erhalten wir als Totallänge der Schienen:

$$2\ (2{,}144\ L + 1{,}072\ D + 490{,}2).$$

Da nunmehr die Totallänge der Schienen bekannt ist, können wir die Zahl der Stühle für die vier Fälle berechnen nämlich:

für den ersten Fall, $2\ (0{,}9529\ L + 490)$
" " zweiten " $2\ (0{,}9529\ L + 319)$
" " dritten " $2\ [0{,}9529\ (L + D) + 384]$
" " vierten " $2\ (1{,}9058\ L + 0{,}9529\ D + 436)$.

Aus obigen Angaben berechnen sich nun die Transportkosten für die Schienen und Schienenstühle:

im ersten Falle zu $(0{,}25014\ L + 128{,}65)$ Frcs.
" zweiten " " $(0{,}25014\ L + \ 83{,}69)$ "
" dritten " " $(0{,}25014\ (L + D) + 100{,}73)$ Frcs.
" vierten " " $(0{,}50028\ L + 0{,}25014\ D + 114{,}4)$ Fr.

2. Werthverminderung an Schienen und Stühlen. — Es ist dieselbe bereits oben pro laufendes Meter bei jeder Kathegorie angegeben worden und wir haben daher hier diese Ansätze nur auf die berechneten Längen anzuwenden, wobei wir erhalten:

1ster Fall $0{,}9648\ L + 496{,}28$ Frcs.
2 " " $1{,}072\ \ L + 358{,}6$ "
3 " " $1{,}1792\ (L + D) + 474{,}76$ Frcs.
4 " " $2{,}3584\ L + 1{,}1792\ D + 539{,}22$ Frcs.

3. Querschwellen, Nägel und Keile. — Auf die oben gegebenen Berechnungen gestützt erhalten wir hierfür folgende Ansätze, welche gerade die Hälfte von Dem geben, was für die Stühle gefunden wurde:

1ster Fall $0{,}9529\ L + 490$
2 " " $0{,}9529\ L + 319$
3 " " $0{,}9529\ (L + D) + 384$
4 " " $0{,}9058\ L + 0{,}9529\ D + 436$.

Es sind demnach an Entschädigungen für die provisorischen Querschwellen, Nägel und Keile anzusetzen:

im 1sten Falle $1{,}10346\ L + 576{,}42$ Frcs.
" 2 " " $1{,}28737\ L + 430{,}97$ "
" 3 " " $1{,}47128\ (L + D) + 592{,}9$ Frcs.
" 4 " " $2{,}94256\ L + 1{,}47128\ D + 673{,}18$ Frcs.

4. Legen und Abnehmen des provisorischen festen Gleises. — Unter dem festen Gleise verstehen wir dasjenige, welches nicht eher, als nach Vollendung des ganzen darauf zu betreibenden Transportes weggenommen wird.

Die Länge dieses Gleises ist bereits für jeden Fall berechnet worden, sodaß wir nur noch darauf die oben gegebenen Ansätze anzuwenden haben. Dies giebt:

1ster Fall $0{,}4288\ L + 220{,}56$ Frcs.
2 " " $0{,}4288\ L + 143{,}44$ "
3 " " $0{,}4288\ (L + D) + 292{,}64$ Frcs.
4 " " $0{,}8576\ L + 0{,}4288\ D + 436{,}08$ Frcs.

5. Abnehmen und Umlegen des provisorischen beweglichen Gleises. — Unter dem beweglichen Gleise werden alle die vielfachen Wege, und Weichen, welche an den Füllungs- und Stürzplätzen gelegt sind, verstanden; die intermediären Weichen für die Relais sind als fixe zu betrachten.

Wir haben zuerst die Länge dieser Theile der Bahn für jeden Fall auszuwerfen.

Es wurde bereits bemerkt, daß in Folge der Disposition der Werkplätze die Weichen und Zweigbahnen für das Stürzen aller 387,5 Meter im ersten Falle und aller 187,5 Meter in den drei andern Fällen zu verlegen seien. Wir nehmen ferner noch an, daß eine analoge Veränderung bei den Füllungspunkten aller 150 Meter stattfinden müsse.

Im ersten Falle, wo blos ein Füllungspunkt und ein Stürzplatz mit zwei Gleisen angenommen werden, wird man beim Stürzplatze aller 387,5 Meter 473 Meter Weglänge demontiren müssen und beim Füllplatze 235 Meter aller 150 Meter Länge. Demnach würde die bewegliche Bahnlänge sein:

$$\frac{473}{387,5} R + \frac{235}{150} D = 1,22065\ R + 1,56667\ D.$$

Im zweiten Falle, wo die Einrichtung dieselbe ist, hat man 273 Meter Schienenlänge in Intervallen von 187,5 Meter bei dem Sturzplatze und 235 Meter Bahnlänge bei 150 Meter Entfernung bei dem Füllungspunkte abzutragen, woraus die bewegliche Bahnlänge folgt:

$$\frac{273}{187,5} . R + \frac{235}{150} D = 1,456\ R + 1,56667\ D.$$

Für den dritten Fall waren zwei Füllungspunkte, oder, was auf dasselbe hinauskommt, zusammen vier Bahnen für das Füllen und ein Stürzpunkt mit drei Bahnen angenommen, und es sind 474 Meter Bahnlänge nach je 187,5 Met. Zwischenraum beim Sturzplatze, 402 Met. Bahnlänge aber nach 150 Met. Intervall beim Füllplatze zu demontiren. Die bewegliche Bahnlänge beträgt daher in diesem Falle:

$$\frac{474}{187,5} R + \frac{402}{150} D = 2,528\ R + 2,54667\ D.$$

Endlich im vierten Falle, wo wir drei Ladepunkte oder sechs Bahnen für das Laden und zwei Sturzplätze zusammen mit 5 Bahnen annahmen, hat man bei dem Sturzplatze 675 Met. Bahnlänge aller 187,5 Met., bei dem Füllplatze aber 562 Met. Bahn aller 150 Met. Entfernung abzunehmen, und wird daher die bewegliche Bahnlänge aufs Aeußerste anzusetzen haben zu:

$$\frac{675}{187,5} R + \frac{562}{150} D = 3,6\ R + 3,74667 .\ D.$$

Wird nun auf diese Längen der Kostenaufwand von 0,35 Frcs. nach den früher gegebenen Ansätzen pro laufendes Meter berechnet, so ergeben sich die Kosten der beweglichen Bahn zu:

1ster Fall	0,42723 R + 0,54833 D	Frcs.
2 „ „	0,50960 R + 0,54833 D	„
3 „ „	0,88480 R + 0,89133 D	„
4 „ „	1,26000 R + 1,31133 D	„

6. Weichen. — Dieselben sind, wie oben auseinandergesetzt wurde, in Entfernungen von 1000 Meter längs der Bahn eingerichtet und außerdem hat man bei jedem Füllungs- und Sturzplatze eine Weiche nöthig. Man erhält daher die Zahl der Weichen leicht als Function von L und D, nämlich:

im 1sten Falle $\frac{L - 300}{1000} + 1 = 0,001\ L + 0,7.$

„ 2 „ „ $\frac{L - 200}{1000} + 1 = 0,001\ L + 0,8.$

„ 3 „ „ $\frac{L + D - 200}{1000} + 2 = 0,001\ (L + D) + 1,8.$

„ 4 „ „ $\frac{2L + D - 400}{1000} + 3 = 0,002\ L + 0,001\ D + 2,6.$

Ferner sind nun die Totalkosten für jede Weiche zu berechnen, welche in drei Summen zerfallen, nämlich:

Kosten der Herstellung, wie oben . .	109,42	Frcs.
Legen und Abtragen nach der Vollendung	27,00	„
Abtragen und Umlegen wiederholt während des Fortganges der Arbeit, viermal	108,00	„
Sa.	244,42	Frcs.

Demnach ergiebt sich der Kostenaufwand wie folgt:

1ster Fall	0,24442 L + 171,09	Frcs.
2 „ „	0,24442 L + 195,54	„
3 „ „	0,24442 (L + D) + 439,96	Frcs.
4 „ „	0,48884 L + 0,24442 D + 635,49	Frcs.

7. Waggons. — Nehmen wir an, daß die Convois im ersten Falle nur aus 3, in den drei andern Fällen aus 6 Waggons bestehen, was bei 14 Zügen pro Tag mit 2,4 Cub. Met. Ladung pro Waggon ungefähr 100 und 200 Cub. Met. Fördermasse giebt, so ergiebt sich einfach, daß im ersten Falle, wo die Zahl der Relais $= \frac{L - 300}{1000}$ ist, die Zahl der in Dienst begriffenen Waggons $3\left(\frac{L - 300}{1000}\right) + 6$; im zweiten Falle aber $6\left(\frac{L - 200}{1000}\right) + 12$ betragen müsse, und daß diese letztere Zahl im 3ten Falle verdoppelt, im 4ten Falle sogar verdreifacht werden müsse.

Wenn wir nun überdies jederzeit ein Zehntel als Reservewaggons annehmen, so findet sich als definitive Zahl der Waggons:

im 1sten Falle	0,0033 L + 6,27
„ 2 „ „	0,0066 L + 12,98
„ 3 „ „	0,0132 L + 25,96
„ 4 „ „	0,0198 L + 38,94.

Auf diese Zahlen sind nun die oben gefundenen Summen an Interessen, Unterhaltungskosten und Abnutzung auszuwerfen, wobei erhalten wird:

1ster Fall: $1{,}2507\,L + 2376{,}33$ Frcs.
2 „ „ $2{,}9073\,L + 5717{,}69$ „
3 „ „ $6{,}7584\,L + 13291{,}52$ „
4 „ „ $11{,}5333\,L + 22721{,}49$ „

8. Unterhaltung der provisorischen Bahn. — Nach dem oben gefundenen Ansatze von 0,10 Frcs. pro laufendes Meter Bahnlänge, hat man für die fixe Bahnstrecke zu setzen:

im 1sten Falle $0{,}1072\,L + 55{,}14$ Frcs.
„ 2 „ „ $0{,}1072\,L + 35{,}86$ „
„ 3 „ „ $0{,}1072\,(L+D) + 73{,}16$ Frcs.
„ 4 „ „ $0{,}2144\,L + 0{,}1072\,D + 109{,}02$ Frcs.

Der Werth der Constanten A, welcher sich auf die Herstellungskosten bezieht, ist nun aus den berechneten acht Elementen zusammengesetzt und man erhält nach Vollziehung der möglichen Reductionen

im ersten Falle:
$A = 4{,}34952\,L + 0{,}54833\,D + 0{,}42723 + R\,3960{,}31$ Frcs.
im zweiten Falle:
$A = 6{,}29723\,L + 0{,}54833\,D + 0{,}50960\,R + 6929{,}93$ „
im dritten Falle:
$A = 10{,}43944\,L + 4{,}57237\,D + 0{,}88480\,R + 15192{,}51$ Fr.
im vierten Falle:
$A = 18{,}91538\,L + 499237\,D + 1{,}26\,R + 25119{,}86$ Frcs.

Fügt man ferner noch an unvorhergesehenen Kosten und als Benefiz hinzu:

in den beiden ersten Fällen 15 pCent.
im dritten Falle 20 „
im vierten „ 25 „

so erhält man in runden Zahlen für A folgende vier Werthe:

1. $A = 5{,}0\,L + 0{,}6\,D + 0{,}5\,R + 4600$ Frcs.
2. $A = 7{,}2\,L + 0{,}6\,D + 0{,}6\,R + 8000$ „
3. $A = 12{,}5\,L + 5{,}5\,D + 1{,}0\,R + 18000$ „
4. $A = 23{,}6\,L + 6{,}2\,D + 1{,}6\,R + 31000$ „

Kosten der Fortschaffung (Constante B). — Die Kosten, welche der Transport von 1 Cubicmeter Masse auf 1 Meter Entfernung verursacht, sind aus folgenden drei Elementen zusammengesetzt:

1. Pferde, Knechte und Conducteurs. — Nach Obigem ist die Zugkraft der Pferde zu 3,6 Cub. Met. pro Pferd oder ohngefähr 8 Tonnen incl. Waggon anzusetzen.

Im ersten Falle, wo die Fördermenge 100 Cub. Met. beträgt, wird man zwei Pferde und einen Conducteur zu einem Zuge von 3 Waggons auf 1000 Meter Entfernung anwenden. Man hat daher für den Transport von 100 Cub. Met. auf 1000 Met. Länge.

Zwei Pferde zu 6 Frcs.	12 Frcs.
Ein Conducteur zu 3 Frcs.	3 „
Ein Bahnwärter bei der Weiche	2 „
Sa.	17 Frcs.

also pro Cub. Met. und laufendes Meter
im ersten Falle 0,00017 Frcs.

Im zweiten Falle betragen die Kosten

für 4 Pferde	24 Frcs.
„ 1 Conducteur	3 „
„ 1 Bahnwärter	2 „
Sa.	29 Frcs.

was bei 200 Cub. Met. täglichem Förderquantum pro Cub. Met. und laufendes Meter giebt
im zweiten Falle 0,000145 Frcs.

Für den dritten und vierten Fall werden wir denselben Kostenaufwand ansetzen, als für den zweiten Fall.

Nun kann es zwar vorkommen, daß zwei Convois, die aus zwei verschiedenen Füllungsstationen kommen, in derselben Weiche halten, wobei ein Bahnwärter erspart wird. Dies ist aber zu unbedeutend.

Es kann auch der Fall eintreten, daß man bei geneigten Ebenen Pferde ersparen kann, weil die Ebene zum Heraufziehen der leeren Waggons nicht so viel Pferde verlangt. Aber dafür muß man Bremse an einer gewissen Zahl von Waggons anbringen und wenn man daher ein Gespann erspart, so braucht man einen besondern Conducteur für das Hinabfahren von der geneigten Ebene, welcher den Brems regiert, und endlich vermehren sich die Kosten der Unterhaltung, der Abnutzung und des Schmierens. Deshalb glauben wir, daß sich diese unmöglich zu berücksichtigenden Differenzen gegenseitig beinahe compensiren und setzen
für den dritten und vierten Fall 0,000145 Frcs.

2. Mehraufwand wegen der provisorischen Relais. Es ist derselbe oben zu $\frac{0{,}0025}{d}$ Frcs. berechnet worden, wo d das Förderquantum bedeutete. Wir erhalten daher:

im 1sten Falle 0,000025 Frcs.
„ 2 „ „ 0,0000125 „
„ 3 „ „ 0,0000063 „
„ 4 „ „ 0,0000042 „

3. Schmierung der Waggons. — Dieser Aufwand wurde oben gefunden
für alle Fälle 0,0000132 Frcs.

Der Werth der Constante B, die Kosten der Förderung von 1 Cub. Met. auf 1 Met. Entfernung betreffend, resultirt also aus der Summe der drei berechneten Aufwandsposten und man hat

im 1sten Falle $B = 0{,}0002082$
„ 2 „ „ 0,0001707
„ 3 „ „ 0,0001645
„ 4 „ „ 0,0001624

oder nach Hinzufügung von 20% Zuschlag

im 1sten Falle	B =	0,000250
„ 2 „	„	0,000205
„ 3 „	„	0,000197
„ 4 „	„	0,000195.

Verschiedene Kosten (Constante C). — Hierzu rechnen wir:

1. Das Ausstürzen. — Im ersten Falle, wo täglich 42 Waggons auszustürzen sind, werden dazu erfordert:

ein Pferd à 6 Fr.	6 Fr.
ein Conducteur à 3 Fr.	3 „
ein Bahnwärter à 2 Fr.	2 „
zwei Abgleicher à 2,5 Fr.	5 „
Sa.	16 Fr.

was pro Cub. Meter giebt 0,16 Fr.

Im zweiten Falle sind 84 Waggons auszustürzen, wozu gebraucht werden:

ein Pferd à 7 Fr.	7 Fr.
ein Conducteur	3 „
ein Bahnwärter	2 „
drei Ausgleicher	7,5 „
ein Anschirrer	1,5 „
Sa.	21 Fr.

oder pro Cub. Meter 0,105 Fr.

Im dritten Falle beträgt die Zahl der Waggons 168 auf 3 Bahnen, und man braucht:

zwei Pferde à 7 Fr.	14 Fr.
zwei Conducteurs	6 „
einen Wärter	2 „
sechs Abgleicher	15 „
einen Anschirrer	1,5 „
Sa.	38,5 Fr.

also pro Cub. Meter 0,096 Fr.

Im vierten Falle endlich, wo 252 Waggons an zwei Punkten auszuladen sind, steigen die Kosten auf 21 + 38,5 Fr. = 59,5 Fr., betragen daher pro Cub. Meter 0,099 Fr.

2. Transport im Karren. — Die weitere Ausdehnung der Arbeit zieht nach sich, daß ein Theil der Massen im Karren nach den Waggons geschafft werden muß. Wir setzen deshalb

für den ersten Fall: $\frac{1}{8}$ Relais 0,015 Fr.
für die drei andern Fälle: $\frac{1}{4}$ Relais 0,03 „

3. Mehraufwand beim Füllen. — Die Anwendung der Waggons verursacht den Arbeitern im Einschnitte Zeitverluste, da sie die vollen Waggons auf eine gewisse Strecke zur Bildung der Convois fortstoßen, die leeren Waggons unter sich vertheilen, die Schienen abkehren, und mitunter warten müssen, wenn die Transporte nicht gut zusammentreffen. Diese Verluste setzen wir als Mehraufwand an für alle Fälle

mit 0,025 Fr.

4. Beaufsichtigung der Arbeiter. — Wir wollen einen Aufseher im zweiten Falle, zwei im dritten und drei im vierten Falle annehmen. Sind diese mit 5 Fr. pro Tag gestellt, so erwächst daraus ein Aufwand von 0,025 Fr. pro Cub. Meter in allen drei Fällen; für den ersten Fall setzen wir blos 0,015 Fr.

5. Verkürzung der Transportlängen. — Wir sehen, daß die wirkliche Entfernung für den Transport im ersten Falle um 300 Meter und in den übrigen Fällen constant um 200 Meter abnahm. Dieser Umstand verursacht eine Abnahme in der Constanten C, welche die von der Masse und mittleren Entfernung unabhängigen Kosten repräsentirt; sie beträgt im ersten Falle 300 B und in den drei übrigen Fällen 200 B, also in Ziffern, wenn man von dem Zuschlage abstrahirt:

im ersten Falle	0,062 Fr.
„ zweiten „	0,034 „
„ dritten „	0,033 „
„ vierten „	0,032 „

Wir können nunmehr die vier Werthe der Constanten C berechnen, es sind Folgende:

1ster Fall	C =	0,153 Fr.
2 „	„	0,151 „
3 „	„	0,143 „
4 „	„	0,147 „

wozu wir diesmal 15 pro Cent. als Zuschlag hinzufügen, so daß wir definitiv erhalten:

1ster Fall	C =	0,176 Fr.
2 „	„	0,174 „
3 „	„	0,164 „
4 „	„	0,169 „

Die Formeln die wir zu bilden suchten, sind also nunmehr folgende:

Für den ersten Fall:

$$\frac{5,0L + 0,6\,D + 0,5\,R + 4600}{m} + 0,000250\,l + 0,176 \quad (1)$$

Für den zweiten Fall:

$$\frac{7,2\,L + 0,6\,D + 0,6\,R + 8000}{m} + 0,000205\,l + 0,164 \quad (2)$$

Für den dritten Fall:

$$\frac{12,5\,L + 5,5\,D + 1,0\,R + 18000}{m} + 0,000197\,l + 0,164 \quad (3)$$

Für den vierten Fall:

$$\frac{23,6\,L + 6,2\,D + 1,6\,R + 31000}{m} + 0,000195\,l + 0,169 \quad (4)$$

Wir glauben, daß man diese Formeln ohne Nachtheil durch Weglassen der Glieder mit D und R vereinfachen kann. Diese Größen, welche die Länge der Einschnitte und Aufträge bedeuten, könnten in der Praxis in gewissen Fällen zweifelhafter Anwendung sein. Man darf D + R nicht = L setzen, wenn nicht Auftrag und Antrag zusam-

menstoßen. Wenn sie aber durch kleinere Erdarbeiten getrennt sind, so wird die Summe D + R kleiner als L sein.

Wir setzen aus diesem Grunde:

in der Formel (1) $0{,}6\,D + 0{,}5\,R = 0{,}5\,L$

" " " (2) $0{,}6\,D + 0{,}6\,R = 0{,}5\,L$

" " " (3) $5{,}5\,D + R = 2{,}8\,L$

" " " (4) $6{,}2\,D + 1{,}6\,R = 3{,}7\,L$

und diese Formeln nehmen dann folgende Gestalten an:

Für den ersten Fall:

$$\frac{5{,}5\,L + 4600}{m} + 0{,}000250\,l + 0{,}176 \qquad (a)$$

Für den zweiten Fall:

$$\frac{7{,}7\,L + 8000}{m} + 0{,}000205\,l + 0{,}174 \qquad (b)$$

Für den dritten Fall:

$$\frac{15{,}3\,L + 18000}{m} + 0{,}000197\,l + 0{,}164 \qquad (c)$$

Für den vierten Fall:

$$\frac{27{,}3\,L + 31000}{m} + 0{,}000195\,l + 0{,}169 \qquad (d)$$

Welches sind nun die Grenzen, zwischen denen es gestattet ist, diese Formeln anzuwenden? Diese Frage kann a priori nicht in genügender Weise erledigt werden; es hängt dies ab von dem Eifer des Betriebes und von Umständen, die nicht vorher zu sehen sind.

In Bezug auf die untere Grenze der Anwendung der Formel (a) kann man durch Vergleichung mit dem Transport im Wagen eine sehr genäherte Beantwortung erhalten.

Wir wenden als Ausgangspunkt bei dem Vergleiche die gewöhnliche Formel an über den Transport von einem Cubicmeter Masse auf eine Zahl l von Relais zu 100 Meter, nämlich:

$$0{,}42 + 0{,}11\,(l - 1)\ \text{Fr.}$$

Setzen wir nun in unserer Formel (a)

$$L = 21,$$

eine Hypothese, die bei kleinen Einschnitten und zu dem beabsichtigten Zwecke gestattet ist, so erhalten wir:

$$\frac{1240\,l + 4600}{m} + 0{,}025\,l + 0{,}176,$$

wo nunmehr l die Zahl der Relais von 100 Meter die in der mittleren Entfernung enthalten sind, bedeutet.

Setzt man nun beide Gleichungen einander gleich und löst sie nach m auf, so folgt:

$$m = \frac{1240\,l + 4600}{85\,l + 134},$$

wo m in Einheiten von 1000 Cubicmeter ausgedrückt ist.

Giebt man nun dem l hintereinander verschiedene Werthe, so giebt die Formel eine correspondirende Reihe

von Werthen für m, die wir in folgendem Täfelchen nebeneinanderstellen wollen:

Werth v. l	Entsprech. Werth v. m	Werth v. l	Entsprech. Werth v. m	Werth v l	Entsprech. Werth v. m
l = 1	m = 26,7	l = 4	m = 20,2	l = 15	m = 16,5
l = 2	m = 23,3	l = 5	m = 19,3	l = 20	m = 16,0
l = 2	m = 21,4	l = 10	m = 17,3	l = 25	m = 15,8

Der Schluß, den man aus diesem Täfelchen ziehen zu können scheint, dürfte der sein, daß es unvortheilhaft ist, eine geringere Erdmasse als 20000 Cubicmeter im Waggon fortzuschaffen.

Die Formeln (a), (b), (c), (d), können in eine einzige verwandelt werden, in welcher man alsdann das Förderquantum d oder die Zeit l einzuführen hat.

Zu dem Ende lassen wir zunächst die kleinen Differenzen in den Werthen der Constanten B und C verschwinden und nehmen für alle vier Fälle an:

$$B = 0{,}0002\,l;\quad C = 0{,}17\ \text{Fr.}$$

Um die möglichen Differenzen, die aus der Annahme eines mittlern Werthes von B und C auf die Transportkosten erwachsen könnten, möglichst auszugleichen, und um die Formeln zu vereinfachen, setzen wir:

Für den ersten Fall $A = 5{,}8\,L + 5800$

" " zweiten " $A = 8{,}0\,L + 8000$

" " dritten " $A = 15{,}5\,L + 15500$

" " vierten " $A = 28{,}0\,L + 28000$

und die Formeln gehen daher über in:

1ster Fall, $d = 100 - 5{,}8 \,.\, \dfrac{L + 1000}{m} + 0{,}0002\,l + 0{,}17$

2 " " $d = 200 - 8{,}0 \,.\, \dfrac{L + 1000}{m} + 0{,}0002\,l + 0{,}17$

3 " " $d = 400 - 15{,}5 \,.\, \dfrac{L + 1000}{m} + 0{,}0002\,l + 0{,}17$

4 " " $d = 600 - 28{,}0 \,.\, \dfrac{L + 1000}{m} + 0{,}0002\,l + 0{,}17.$

Man kann sich leicht durch Beispiele überzeugen, daß diese neuen Formeln für die Anwendung dieselben Resultate geben, als die Formeln (a), (b), (c), (d).

Uebrigens lassen diese Formeln die Abhängigkeit überschauen, in welcher die Herstellungskosten zu dem Förderquantum stehen. Die Function von d, welche am einfachsten und richtigsten diese Abhängigkeit wiedergeben dürfte, ist

$$\alpha\,(\beta)^{d}.$$

Indem wir nun die vier Gleichungen:

$$\alpha\,(\beta)^{1} = 5{,}8$$
$$\alpha\,(\beta)^{2} = 8$$
$$\alpha\,(\beta)^{4} = 15{,}5$$
$$\alpha\,(\beta)^{6} = 28$$

setzen, erhalten wir für β^2 die drei Werthe:

$$\beta^2 = 1{,}90;\ \beta^2 = 1{,}94;\ \beta^2 = 1{,}81,$$

welche unter einander sehr wenige Differenzen zeigen, und deren Mittelwerth ist:

$$\beta^2 = 1{,}88:$$

sonach $\beta = 1{,}37$.

Führt man diesen Werth nunmehr in die vier Gleichungen ein, so bekommt man für α folgende vier Werthe:

$$\alpha = 4{,}23$$
$$\alpha = 4{,}26$$
$$\alpha = 4{,}39$$
$$\alpha = 4{,}21$$

welche wiederum nur geringe Differenzen zeigen und den Mittelwerth

$$\alpha = 4{,}27$$

geben.

Die Transportkosten können daher durch die einzige Formel:

$$4{,}27\ (1{,}37)^d \cdot \frac{L + 1000}{m} + 0{,}0002\,l + 0{,}17 \qquad (m)$$

ausgedrückt werden, wo das mittlere Förderquantum d in Einheiten von 100 Cubicmeter angegeben wird.

Bezeichnet man mit t die Zahl von Monaten, die zur Ausführung der Arbeit gegeben ist, und nehmen wir monatlich 25 Arbeitstage an, so kann man setzen:

$$d = \frac{m}{2500\ t}$$

und daher die Transportkosten im Waggon ausdrücken durch:

$$4{,}27\ (1{,}37)^{\frac{m}{2500\,t}} \cdot \frac{L + 1000}{m} + 0{,}0002\,l + 0{,}17 \qquad (n)$$

Die Prüfung der Formeln (m) und (n) an Beispielen wird zeigen, daß sie vollkommen mit den besondern Formeln (a), (b), (c), (d) stimmen. Man wird nur Differenzen, die in der Praxis ganz zu übersehen sind, und die von keinem Einflusse auf die Schlüsse, die wir aus unsern Beobachtungen und Rechnungen ziehen wollen, sein können, bemerken. Diese Schlüsse sind:

„Da das tägliche mittlere Arbeitsquantum eines Einschnittes nach einer arithmetischen Progression mit der Differenz 2 wächst, so wachsen die Kosten der Herstellung des Werkplatzes nach einer geometrischen Progression, deren Exponent 1,88 ist; die Förderkosten und der andre von der Masse und mittlern Entfernung unabhängige Aufwand bleiben constant."

Dies würde nach unserer Meinung das Gesetz sein, nach welchem der Kostenaufwand des Transports im Waggon von der Zeit der Ausführung der Arbeit abhängt.

Die beiden Formeln (m) und (n) sind in theoretischer Hinsicht identisch, aber in praktischer Hinsicht scheint uns die Formel (n), obwohl weniger einfach, doch vorzüglicher.

In der That, wenn es im Anschlage bestimmt ist, daß der Unternehmer nach dem mittleren Arbeitsquantum, welches er liefert, bezahlt wird, d. h. nach der Formel (m), so würde eine widersprechende Bestimmung dieses Quantums zu Schwierigkeiten Anlaß geben; dagegen wenn man den Unternehmer nach der Formel (n) bezahlt, wird die Bestimmung der Menge jederzeit ein unbestreitbares Factum sein. Man braucht dann nur auf die außerordentlichen Verzögerungen Rücksicht zu nehmen. Uebrigens müßte man die Anwendung der Formel (n) gewissen, besonders zu fixirenden Regeln unterwerfen.

Manche Ingenieurs, worunter wir Jullien, den Director des ersten Theiles der Paris-Lyon-Eisenbahn, citiren wollen, suchen die Lösung des behandelten Problems, für welches sie ohne Zweifel das Unpassende einer Formel ohne Berücksichtigung der Zeit fühlen und anerkennen, auf ganz verschiednem Wege. Ihr System besteht darin, dem Unternehmer separat zu bezahlen:

1. die Arbeitslöhne und andern Auslagen pro laufendes Meter fixer Bahn;

2. eine Entschädigung für jeden auf Verlangen der Ingenieurs auf die Bahn gebrachten Waggon.

Es verschwinden alsdann die Herstellungskosten des Werkplatzes gänzlich aus der Formel; man bezahlt sie besonders und berücksichtigt sonach ohne Zweifel dabei ihre Variationen während der Vollendungszeit. Man behält in der Formel blos die Transportkosten und die fixen Ausgaben, welche, wie wir gesehen haben, als unabhängig von der Zeit der Ausführung betrachtet werden können.

Es leuchtet ein, daß man so eben zu demselben Resultate gelangt, als durch die von uns aufgestellte Formel als Function der Zeit, ein Resultat von der größten Wichtigkeit, weil man dann die gemachte Arbeit nach den mehr oder minder energischen Mitteln bezahlt, welche bei der Ausführung angewendet worden sind.

Die so reducirte Formel hat in der einfachsten Gestalt die Form:

$$B\,l + C,$$

wo B die Kosten des Transportes eines Cubicmeters auf ein Meter Entfernung, incl. Unterhaltungskosten der Waggons (die dem Unternehmer gewährte Entschädigung betrifft blos die Interessen des Anschaffungscapitals und die Abnutzung), C aber die von der Masse und Entfernung unabhängigen Kosten bedeutet.

Wir wollen hier den Werth der verschiedenen Elemente des Transportes nach diesem Systeme ermitteln. Die Rechnung ist eigentlich schon geführt, so daß wir nur die früher erhaltenen Ziffern gehörig aufzusummiren haben:

1. Entschädigung des Unternehmers pro laufendes Meter fixer Bahn. — Zu der Berechnung dieses Elementes beziehen wir uns auf die acht Ele-

mente, die wir für die Herstellungskosten in Ansatz gebracht hatten, mit Ausnahme der Waggons und deduciren aus den gefundenen absoluten Werthen den relativen Werth, der einem laufenden Meter entspricht.

Wir schreiben also:

1. Transport der Rails und Chairs pro lauf. Met.	0,234 Fr.
2. Werthverminderung dieses Materials	1,000 „
3. Querschwellen, Nägel und Keile	1,273 „
4. Legen und nachmaliges Abtragen	0,400 „
5. Legen und Umlegen des beweglichen Theiles pro lauf. Meters	0,200 „
6. Material, Legen und Umlegen der Weichen	0,250 „
7. Unterhaltung eines laufenden Meters fixer Bahn	0,523 „
Summa	4,130 Fr.

Wenn man den Betrieb auf provisorischen, vom Unternehmer gelieferten Bahnen leitete, so hätte man dem Unternehmer eine specielle Entschädigung pro laufendes Meter provisorische Bahn incl. Schwellen, Nägel und Keile zu leisten,

welche Entschädigung der Summe der Nr. 4—7 entspräche	1,00 Fr.
nebst 20 Proc. Zuschlag	0,20 „
so daß die Gesammtentschädigung betrüge	1,20 Fr.

2. Entschädigung des Unternehmers für auf die Bahn gegebene Waggons. — Es wird vorausgesetzt, daß die mittlere Arbeitszeit dieser Waggons zwölf Monate betrage.

1. Interessen zu 6 Proc. von 650 Fr. pro Waggon	39 Fr.
2. Abnutzung in 12 Monaten	250 „
	289 Fr.
Zuschlag	61
	350 Fr.

3. Berechnung der durch den Coefficienten A ausgedrückten Transportkosten von einem Cub. M. auf 1 Met.

1. Pferde, Conducteurs und Wärter	0,000145 Fr.
2. Mehraufwand von provisor. Relais	0,000010 „
3. Schmierung der Waggons	0,000013 „
4. Unterhaltungskosten der Waggons	0,000017 „
	0,000185 „
Zuschlag	0,000035 „
Totale Transportkosten	0,000220 Fr.

4. Berechnung der in Constante B repräsentirten fixen Kosten.

1. Ausstürzen	0,10 Fr.
2. Transport im Karren nach dem Einfüllen	0,03 „
3. Mehrbetrag des Füllens	0,025 „
4. Beaufsichtigung	0,025 „
	0,18 „
Zu vermindern, wegen 200 Met. Abnahme der Transportweite um	0,037 „
Rest	0,143 „
Zuschlag	0,027 „
Totalkosten	0,17 Fr.

Die Formel für den eigentlichen Transport, erhält also in ihrer einfachsten Gestalt nach obigen Daten die Form

$$0{,}000221 + 0{,}17 \qquad (x)$$

Die Formel (x) und die Kosten, die wir für das Bahnlegen und die Waggons angesetzt haben, müssen natürlich in der Anwendung Resultate geben, die mit denen von Formel (n) in Vergleich treten. Wir wollen nicht hier discutiren, welches von beiden Systemen das vorzüglichere ist in Bezug auf die Praxis. Unsere Achtung vor Ingenieurs wie Jullien und Didion untersagt uns dieses; auch wollen wir nicht beanspruchen, eine Modellformel erfunden zu haben, die wir über alle übrigen stellten, sondern unser Zweck ist einfach:

1. zu zeigen, daß man unbedingt auf die Zeit der Ausführung Rücksicht nehmen und das Gesetz aufsuchen muß, nach welchem die Transportkosten im Waggon von diesem Elemente abhängig sind, und

2. für die Berechnung der verschiedenen Elemente, die auf den Transport Bezug haben, Grundlagen zu geben, die wir für exact halten, da wir sie aus Beobachtungen an vielen Arbeitspunkten abgeleitet haben.

Ann. d. ponts. et chauss. 1847, 6.

Rotationspumpe

von

Leclerc und Comp. in *Paris.*

Beschrieben von **Fr. Kohl,**

Lehrer an der Königl. Gewerbschule in Plauen.

Abbildungen auf Tafel X.

Manche mechanische Construction macht einen Kreislauf, ehe die vom ersten Erfinder mehr oder minder klar ausgehende oder auch zur wirklichen Ausführung gekommene Idee durch mehrseitigen praktischen Angriff und geschickte Behandlung zu dem Grade der Einfachheit und Sicherheit gelangte, wodurch dieselbe erst nutzbar wurde.

Bei den zahlreichen technischen Productionen der neuern Zeit ist es daher nicht ganz selten, daß einer der Constructeure sich eine Erfindung privilegiren läßt, welche im Princip mit einer frühern Construction identisch ist, die vorhandenen Ausführungen oder älteren Versuche hauptsächlich aber deshalb in den Resultaten wesentlich übertrifft, weil dem jetzigen Mechaniker durch die Fortschritte des Maschinenbaues überwiegende Vortheile in die Hand gegeben sind.

Ein solches Verhältniß findet zwischen der schon längst bekannten Brahmaschen Rotationswasserpumpe und der neuerdings aus der Fabrik hydraulischer Maschinen von Leclerc in Paris unter einem Privilegium hervorgehenden Rotationspumpe statt, und es wird mit Bezug hierauf die Beschreibung der letzteren in dem Nachfolgenden gegeben. Zu bemerken ist dabei noch, daß derartige Rotationspumpen jetzt mit der Firma: Pompes hydrauliques françaises Villette & Cie Brevetes. Quai Valmy Nr. 39 versehen sind.*)

Wenn daher auch in der Leclercschen Rotationspumpe eine absolut neue Einrichtung nicht vorliegt, so ist bei ihr doch dem Uebelstande, welcher alle derartige Pumpen bisher traf, begegnet, indem ihr eine einfache und dauerhafte Kolbendichtung gegeben worden ist. Dabei findet das Zweikolbenprincip statt, unterscheidet sich aber von dem Schwaßmann'schen und Repsold'schen darin, daß die Kolben nicht excentrische, sondern cylindrische sind und, daß anstatt außerhalb besonders angebrachter Getriebe, die Kolben selbst als soche dienen und ineinander greifen. Hierbei fällt der dichtende Lederüberzug, den dort jeder excentrisch ausladende Theil der Kolben besitzt, hinweg und somit das nachtheilige Aufeinanderarbeiten von Metall auf Leder, indem das letztere durch fortwährendes Auswalzen gestreckt und faltig wird.

Die Vortheile, welche rotirende Pumpen durch Wegfall der gewöhnlichen Klappen oder Ventile, und durch verhältnißmäßige Raumersparniß bieten, werden allerdings durch einen vergleichsweise größeren Kostenpreis und Kraftaufwand geschmälert, wie dies ein nachher zu erwähnender Vergleich näher darlegen wird.

Bei der Beschreibung dieser Pumpe gilt auch hier die gewöhnliche Annahme, daß in den auf Tafel X gegebenen Figuren gleiche Buchstaben dieselben Theile bezeichnen, und es zeigt:

Fig. 1. die Vorderansicht,
Fig. 2. die Seitenansicht,
Fig. 3. den Grundriß,
Fig. 4. die Form und das Ineinandergreifen der Kolben nach Wegnahme des vordern Deckels a vom Gehäuse,
Fig. 5. den bewegenden Kolben im diametralen Durchschnitt durch 2 Zähne mit der Schwungradwelle,
Fig. 6. denselben Kolben in isometrischer Ansicht,
Fig. 7. den Zahn eines solchen Getriebkolbens mit dem zur Dichtung eingeschlitzten Lederstreifen in natürlicher Größe,
Fig. 8. Isometrische Ansicht des Gehäuses an sich,
Fig. 9. Isometrische Ansicht des Deckels von der Vorderseite,
Fig. 10. das abgenommene Liederungsstück d.

Das Gehäuse A ist ein Gußstück mit winkelrecht und symetrisch stehenden Flauschen zur Bolzenbefestigung der durch zwischengelegte Preßpappe dicht schließend gemachten Deckel a und a', und besitzt ein kurzes Ansatzrohr b mit Flansche zur Befestigung des Saugrohres C. Dieses Gehäuse hat nach Angabe der Detailzeichnungen Fig. 10 und Fig. 4 in seiner Aushöhlung die Form zweier mit ihren Mantelflächen sich schneidender oder in einander tretender Cylinder, angemessen dem Eingriffe der Zähne von den getriebförmigen Kolben BB, welche sich dichtschließend aneinander und an der Innenfläche der cylindrischen Aushöhlungen bewegen, wie es die Figur 4 deutlich ersehen läßt.

Die Durchschnittslinien oder Kanten der sich schneidenden Cylinderaushöhlungen sind beide theilweise verbrochen; die eine an der Seite des Ausgußrohres ist nach diesem hin schräg abgestumpft, um die Mündung für dasselbe zu erweitern. Diese Abschrägung ist in Fig. 4 und 8 mit l bezeichnet. Die andere Kante ist von der innern Mündung des Ansatzrohres b aus nach beiden Seiten hin so abgestumpft,

*) Die Rotationsdampfmaschine von Murdock (1799) zeigt ebenfalls fast genau dieselbe Construction. D. Red.

daß sie an den äußersten Seiten der Flanschen zur vollen Kante ausläuft, wie dies l' in dem unter Fig. 8 verzeichneten Bruchstücke des Gehäusekörpers andeutet. kk sind zwei durch Schrauben zu verschließende Oeffnungen zum Einschmieren der Kolben. Für diesen Zweck könnte zwar dann auch eine dieser Oeffnungen genügen, wenn dieselbe in jedem Falle oberhalb zu stehen käme; da aber der eine oder der andere Kolben der obere, oder das Schmiermittel aufnehmende sein kann, so liegt hierin der Grund für die Anbringung zweier solchen Oeffnungen.

Der vordere Deckel a ist ein Gußstück mit kurzem Rohransatz oder Hals c mit Flansche, Fig. 2 und Fig. 9., womit die Scheibe des Messingstückes d durch Schraubenbolzen verbunden wird. Diese Verbindung bildet die Stopfbüchse für die Welle e des Schwungrades E. und schließt einen Liederungsring von Hanf ein. Im Guß vereinigt besitzt dieser Deckel noch einen Ansatz oder kurzes Kniestück f mit Flanschen, woran entsprechende Flanschen des Ausgußrohres D. verschraubt sind. Endlich befindet sich in diesem Deckel eine der drei messingenen Schrauben g, deren Ausbohrungen die Zapfen der Getriebkolben aufnehmen und ihnen als Lager dienen. Der Kolbendurchschnitt, Fig. 5, geht auch gleichzeitig durch die ebenerwähnte Schraube g. Auf der Innenseite besitzt demnach der Deckel a drei Oeffnungen; die eine für die Schwungradwelle e, die zweite für den knieförmigen Ansatz f und die dritte für die als Lagerpfanne dienende Schraube g. Diese Schraube, sowie auch die beiden andern, treten etwas über die Innenseite der Gehäusedeckel in die in den Kolben ausgedrehten Vertiefungen hervor. Dagegen ist an der entgegengesetzten Seite des Kolbens, von wo aus die Schwungradwelle e ausläuft, ein Lederring h eingesetzt.

Der hintere Deckel a' besitzt Lappen mit Oeffnungen zur Verbolzung des Pumpenkörpers an einer Säule oder Wand.

Die Kolben B sind Gußstücke, wovon der eine mit der schmiedeeisernen Schwungradwelle, der andere mit einer dergleichen kürzeren verbunden ist. Zur Dichtung der Kolben ist jedem Zahne seiner Breite nach im Scheitel eine Nuth eingestoßen und in solche ein Lederstreif eingeschoben, wie es Fig. 4 und 6 zeigt.

Nach der Beschreibung der einzelnen Theile dieser Pumpe ist über deren Gang selbst zu bemerken, daß die Kolben ein continuirliches Saugen und Drücken verrichten und zwar das Saugen auf die Weise, daß je zwei correspondirende Getriebzähne, indem sie von der Saugrohrmündung im Gehäuse auseinanderlaufen, einen luftverdünnten Raum erzeugen; der Druck wird aber gleichzeitig so bewirkt, daß durch die fortgehends stattfindende Näherung zweier Zähne vor der Ausguß- oder Druckrohrmündung, und der daraus entspringenden Verminderung des mit Wasser angefüllten Zwischenraumes, das Wasser in das Ausguß- oder Druckrohr getrieben wird.

Durch Fig. 4 kann dies deutlicher ersehen werden. 1 ist der Zwischenraum vor der Saugrohrmündung, in welchen durch die letztere das Wasser beim Auseinanderlaufen der einschließenden Zähne gesogen, durch die zunächst wirkenden Zähne aber an der Innenwand des Gehäuses abwechselnd nach der einen und der andern Seite desselben und nach der angedeuteten Pfeilrichtung bis zur Ausgußmündung fortgeführt wird, so daß alle die Räume 1, 2, 3, 4, 5 und I, II, III, IV, V, mit Wasser angefüllt sind. Indem nun der Zahn n unter der Ausgußmündung in die Lücke V eingreift, wird das diese Lücke vorher ausfüllende Wasser in den Ansatz f für das Ausgußrohr gedrückt. Dasselbe wiederholt sich fortgehend, indem der Zahn o in die Lücke 5, der Zahn p in die Lücke IV tritt und so fort. Hieraus wird es erklärlich, wie das Ausfließen oder der Strahl continuirlich und nicht stoßweise erfolgt.

Noch ist zu erwähnen, daß Leclerc nahe über dem Wasserspiegel im Saugrohr ein Klappenventil anbringt, um das allmählige Herabfallen der Wassersäule bei längerem Stillstande zu verhüten.

In Betreff des Wirkungsgrades dieser Rotationswasserpumpe läßt sich aus der Construction derselben mit Vergleichung der Fig. 4 schon so viel ableiten, — und es wird dies nahe genug durch Versuche bestätigt, — daß die bei jeder Kurbelumdrehung geförderte Wassermenge dem Raume der zehn freien, oder nicht im Eingriffe stehenden Zahnlücken gleichkommt. Bei der hier beschriebenen Pumpe betrug nun die durch mehrere Versuche ermittelte Wassermenge, wenn schon die Geschwindigkeit der Kurbelbewegung sehr verschieden war, immer genau gleichviel, nämlich bei 20 Umdrehungen 12 Dresdner Kannen. Allerdings steht dieses Ergebniß der Wirkung einer gewöhnlichen hölzernen Saugpumpe nach, indem man vergleichsweise mit einer solchen von nahe gleicher Höhe des Saugrohres bei 8 Hüben ebenfalls 12 Dresdner Kannen förderte und die Bewegung der letzteren Pumpe immer noch etwas leichter und bequemer als die der Rotationspumpe von Statten ging. Da man aber Rotationspumpen sofort als Druckpumpen und Spritzen benutzen und auf diese Weise sehr bequem mehrere Nebenzwecke erfüllen kann, so wird sich über die beschriebene Vorrichtung folgende Ansicht geltend machen.

Will man bei nur geringem disponiblen Raume eine Vorrichtung zum Wasserheben haben, welche dies, als Druckpumpe wirkend, auf beliebige Höhen verrichtet, und gleichzeitig als Feuer- oder Gartenspritze dienen kann, so würde sich diese Rotationspumpe wegen ihrer compendiösen Form sehr empfehlen und in Bezug auf Preis, Kraftaufwand und Dauer andern Druckpumpen an die Seite setzen lassen. Bedarf man jedoch nur einer Saugpumpe, so wird eine gewöhnliche Hebelpumpe aus Holz oder Metall mehr

oder minder billiger hergestellt und mit geringerer Kraft unter gleichen Verhältnissen betrieben werden können.

Der hier gegebenen detaillirten Beschreibung der Rotationspumpe fügen wir noch einige der von Leclerc mitgetheilten Anordnungen und Erläuterungen bei, namentlich über solche Anwendungen, bei welchen diese Pumpe für größere Tiefen, als die durch den gewöhnlichen Luftdruck erzeugte Saughöhe, sowie auch für verschiedene Zwecke als Druckpumpe oder Spritze dienen.

Dabei ist noch zu bemerken, daß die Dimensionen derselben bis zum Betriebe für mehrere Pferde aufsteigen und letztere dann an einer gewöhnlichen Göpelvorrichtung arbeiten.

Ebenso sind die größeren Garten-, oder Feuerspritzen mit zwei Kurbeln oder längeren Hebelarmen zum Betriebe für 4 bis 6 Personen versehen. Die näheren Verhältnisse darüber geben die dem hier nachfolgenden Preiscourant angereihten Bemerkungen.

In Fig. 13 ist der Pumpenkörper so tief im Brunnenschachte versenkt, daß er sich 3 bis 5 Meter unter dem Fußboden befindet, bei einer vorausgesetzten Brunnentiefe von mehr als 8,6 Meter und weniger als 12 Meter. — Die Bewegung wird hierbei von der Welle des Kurbelschwungrades mittelst Kettenrades durch eine Galle'sche Kette der Welle des bewegenden Kolbens mitgetheilt.

Fig. 14 setzt einen Wasserstand von mehr als 12 Metern und weniger als 40 Metern Tiefe voraus. — Die Pumpe wird bis 2 Meter über dem Wasserstande aufgestellt und durch gekuppelte senkrechte Wellen mit Kegelrädern in Bewegung gesetzt.

Fig. 11 und 12 zeigen die Längen- und Seiten-Ansicht einer fahrbaren Gartenspritze, wozu die Rotationspumpe verwendet ist. — Der Pumpenkörper mit horizontalliegender Längenaxe ist auf schmiedeeisernen Stützen über einem Schubkarren und Wasserbehälter aus Kupfer oder Zinkblech angebracht.

Die obengenannte Fabrik giebt folgenden Tarif über ihre Pumpen.

Nr. der Pumpen.	Zu hebende Wassermenge in einer Stunde auf 9 Mtr. Höhe in Litern.	Zahl der Umdrehungen in der Minute um die nebenstehende Wirkung zu erlangen.	Innerer Durchmesser der Röhren.	Preis der Pumpenkörper ohne Zubehör	Preis der Pumpen mit ihren Zubehörungen, soweit vollendet, um über einen Brunnen von weniger als 9,5 Meter aufgestellt werden zu können. (Die Röhren nicht eingerechnet.)	Gewicht der Pumpenkörper.
1	12 bis 1500	60 bis 70	20 Millim.	80	107 Franks. 50 Cent.	11 Kilogr.
2	15 „ 1800	„	27 „	100	130 „ 50 „	13 „
*) 3	2000 „ 2500	„	34 „	140	182 „ — „	21 „
4	3000 „ 3500	„	40 „	170	219 „ 50 „	26 „
5	3500 „ 4000	„	48 „	200	267 „ 50 „	40 „
6	5000 „ 6000	„	54 „	300	394 „ — „	52 „
7	16 „ 18000	„	80 „	600	— „ — „	115 „
8	25 „ 30000	„	108 „	960	— „ — „	195 „

Größere Pumpen werden nur auf Bestellung geliefert.

Rotationspumpen zu Garten- oder Feuerspritzen angeordnet mit einem Behälter von Zink, oder Kupferblech und auf einen Karren oder Rahmen gesetzt.

4	6000	60 bis 70	40 Millim.	„	500 Franks. — Cent.	— Kilogr.
5	8000	„	48 „	„	750 „ — „	— „
6	10,000	„	54 „	„	900 „ — „	— „

Feuerspritzen, auf einem zweirädrigen Wagen befindlich mit Göpelvorrichtung und Räderwerk ausgeführt.

5	10,000	60 bis 70	48 Millim.	„	Nach Accord.	— Kilogr.
6	20,000		54 „	„		— „
7	40,000		80 „	„		— „
8	60,000	„	108 „	„		— „

Bemerkungen: Beträgt die Entfernung des Wasspiegels von der Pumpenaxe, welche sich 0,9 Meter über dem Fußboden befindet, oder die Brunnentiefe weniger als 8,6 Meter oder circa 30 Fuß sächsisch, so können Pumpen von Nr 1. bis 5 von einer einzigen Person bewegt

*) Die beigegebenen Zeichnungen sind nach einer hier im Gange befindlichen Rotationspumpe Nr. 3 aufgenommen.

werden; für Pumpen Nr. 6 und 7 sind aber unter gleicher Voraussetzung 2 Personen erforderlich.

Bei einer größeren Brunnentiefe als 8,6 Meter und weniger als 12 Meter vom Wasserspiegel bis zur ebenfalls 0,9 Meter vom Fußboden befindlichen Pumpenaxe gerechnet, wird die Pumpe 3 bis 5 Meter unter den Fußboden gesetzt und von der bewegenden Schwungrad- oder Kurbelwelle aus durch eine Galle'sche Kette betrieben. Auf diese Weise angelegte Pumpen, wie es Fig. 13 zeigt, von Nr. 1 bis 4, können durch eine Person, solche von Nr 5 bis 6 durch 2 Personen bewegt werden.

Für Pumpen, bei denen die Brunnentiefe mehr als 12 und weniger als 40 Meter beträgt, wählt man die in Fig. 14 angegebene Anordnung. Hierbei wird die Pumpe bis 2 Meter über den Wasserspiegel gesetzt und durch eine verticale Welle mit Kegelgetriebe bewegt. Für Pumpen von Nr. 4 an sind in diesem Falle 2 Personen zum Betriebe nöthig.

Soll eine derartige Pumpe für dieselbe Tiefe des Wasserstandes angewendet und dadurch eine beträchtliche Wassermenge gefördert werden, so würde man zweckmäßig ein Göpelwerk mit Vorgelege zum Betriebe für ein oder zwei Pferde benutzen und die Pumpen von Nr. 3 bis 8 damit versehen können. Bei Anwendung zweier Vorgelege läßt sich dann das Göpelwerk auch in größerer Entfernung vom Brunnen anlegen.

Die als Garten- oder Feuerspritzen benutzten fahrbaren Rotationspumpen von Nr. 3, 4 oder 5, wie Fig. 11 und 12 eine solche in zwei Ansichten zeigen, treiben den Wasserstrahl bis 18 Meter Höhe und können aus einem Behälter, Flusse, Teiche oder Brunnen gespeist werden. Kleinere dergleichen Spritzen treiben den Strahl bis 15 Meter Höhe. Größere, auf einen Rahmen oder Schlitten gesetzte, und mittelst Kurbel durch 4 bis 6 Mann zu bewegende Spritzen treiben einen Strahl von 11 Millimeter Dicke bis auf 28 Meter Höhe.

Endlich findet sich von Leclerc noch die Construction einer größeren Feuerspritze angegeben, bei welcher der Betrieb mit doppeltem Vorgelege an längeren Hebelarmen geschieht, so daß eine größere Anzahl Arbeiter daran wirken kann. Eine derartige Pumpe Nr. 5 liefert in der Minute 250 Liter und treibt einen continuirlichen Strahl auf mehr als 33 Meter Höhe durch eine 14 Millimeter starke Oeffnung. Eine Pumpe Nr. 6 liefert in der Minute 400 Liter und treibt einen 17 Millimeter starken Strahl auf mehr als 38 Meter Höhe. Eine Pumpe Nr. 7 liefert in der Minute 660 Liter bei mehr als 40 Meter Höhe und 21 Millimeter Dicke des Strahls. Endlich eine Pumpe Nr. 8 per Minute 1000 Liter bei 45 Meter Höhe des Strahls drch eine Oeffnung von 27 Millimeter.

Der ganze Apparat dieser Feuerspitze ist in einem Kasten eingeschlossen, welchen nebst dem übrigen nöthigen Zubehör ein zweirädriger Wagen trägt.

Turbinen

von

André und Laurent et Deckherr.

Tafel X.

Ein ausgezeichnender Vorzug der Turbinen vor anderen hydraulischen Motoren besteht bekanntlich darin, daß sie unter Wasser gehen können. Derselbe tritt namentlich bei solchen Wasseranlagen hervor, wo die Wassermengen sehr veränderlich sind und leicht Stauwasser eintritt. Außerdem genießen die Turbinen auch noch des Vortheiles, veränderliche Aufschlagswassermengen verwenden zu können, allein bei den meisten üblichen Constructionen sind die Grenzen dieser Schwankungen nicht hinreichend weit, um den großen Abweichungen zu genügen, welche in der Wassermenge zu verschiedenen Jahreszeiten beobachtet werden.

Verschiedene Constructeurs haben diese Schwierigkeiten zu beseitigen gesucht und wir theilen im Folgenden verschiedene dahin einschlagende weitere Constructionen nach Armengaud, Publication Industrielle 6me vol. mit, wenn auch gleich gegen dieselben mancherlei Einwände zu machen sein dürften.

Doppel-Turbine von André.

Diese Turbine, deren Verticalprojection in Fig. 11 Tafel X. gegeben wird, ist in Folge des Bedürfnisses eines Motors, welcher bei einem variirenden Gefälle von 0,8 bis 2,5 Mtr. und einer mehr als ausreichenden Wasserkraft einen mittleren Nutzeffect von 40 Pferdekräften leistet, entworfen worden. Bei den angegebenen Gefällverhältnissen werden sehr verschiedene Aufschlagsquanta beansprucht. Denn nimmt man bei dem höheren Gefälle den Wirkungsgrad zu 0,6; bei dem niederen Gefälle aber zu 0,5 an, so sind bei ersterem

$$\frac{40 \cdot 75}{2{,}5 \cdot 0{,}6} = 2000 \text{ Kil.} = 2 \text{ Cubicmeter}$$

Aufschlag erforderlich, während bei dem Gefälle von 0,8 Meter

$$\frac{40 . 75}{0,8 . 0,5} = 7500 \text{ Kil.} = 7,5 \text{ Cubicmeter}$$

Aufschlag, also ungefähr das vierfache Volumen, gebraucht werden.

Diesen Bedingungen läßt sich nur durch eine Turbine von variabler Capacität genügen. André hat daher eine Doppelturbine mit zwei Schützen vorgeschlagen von der Art, daß man bei beträchtlicher Aufschlagmenge alle oder den größern Theil der Oeffnungen öffnet, und bei geringerer Menge nur einen Theil davon. Die Turbine besteht aus einem großen gußeisernen Kranze A, der durch verticale concentrische Scheider in mehrere, von einander unabhängige Abtheilungen a, b, c, d getrennt wird, von denen jede mit einem besonders verrissenen Systeme von Schaufeln versehen ist.

Der Vertheiler oder Leitschaufelapparat B liegt über dem Rade und enthält ebenfalls einen Scheider e, durch den er in zwei Abtheilungen zerfällt, wovon die eine f mit den Zellen a, und die größere Abtheilung g mit den übrigen gleichzeitig gefüllt werdenden Canälen b, c und d des Rades communicirt.

Die zwei Abtheilungen des Leitschaufelapparates werden durch die ringförmig gestalteten Schützen C und D unabhängig von einander geschlossen, indem diese Schützenringe die Durchmesser und die Weite der entsprechenden Abtheilung besitzen. Jeder solcher Ring hängt an einigen Zugstangen h, h', die sich durch einen passenden Mechanismus gleichzeitig anziehen lassen.

Bei 2,5 Meter Gefälle wird nur die Abtheilung f geöffnet, und es werden alsdann nur die Canäle a gefüllt; bei geringerem Gefälle schließt man dagegen C und zieht die Schütze D auf, um das Wasser durch die Abtheilung g einzuführen und durch die Abtheilung b, c, d gleichzeitig ausfließen zu lassen. Nöthigenfalls kann man auch alle beide Schützen ziehen und das Wasser durch das ganze Rad ausfließen lassen.

Die Eintrittsverluste des Wassers in die Leitschaufeln sind durch die Austrichterung der Letzteren herabgezogen. Der Leitschaufelapparat ist aus Gußeisen und ruht auf einem Holzrahmen E, der auf gußeisernen Trägern liegt. Der mittlere Theil hat die Form einer Glocke, um das Wasser gut zu leiten, und ist im Mittel zur Einführung der verticalen Welle G der Turbine durchlocht.

Letztere ist hohl gegossen und trägt zwei gußeiserne Scheiben H, die an ihr mit Keilen befestigt sind, und an diesen Scheiben ist der Radkranz aufgeschraubt. Ein stählerner Zapfenstift I ist in einer feststehenden Büchse J befestigt und läßt die bronzene Pfanne l, die sorgfältig am unteren Ende der Welle angebracht ist, auf sich spielen. Die Röhre j im Innern der hohlen Welle führt fortwährend Schmiere zu, welche durch die eiserne Scheibe k am Auslaufen gehindert wird. Die Büchse J sitzt in dem Lager K, welches auf ein steinernes Fundament befestigt ist, und wird durch Stellschrauben centrirt.

Erfahrungen sind über diese Art von Turbinen noch nicht gemacht worden.

Turbine von Laurent und Deckherr.

An dieser Turbine bemerken wir zunächst eine sehr zweckmäßige Schmiervorrichtung, welche zugleich den Zapfen ganz trocken legt. Diese Vorrichtung ließ sich Laurent im Jahre 1845 speciell patentiren.

Zweitens fällt daran eine Vorrichtung auf, mittelst welcher man die Capacität der Turbine jederzeit mit der Aufschlagwassermenge in Verhältniß setzen, also bei vermehrtem Aufschlage die Radweite vermehren, sie aber umgekehrt vermindern kann, wenn weniger Wasser vorhanden ist.

Um diesen Zweck zu erreichen, ist die Schützenvorrichtung so getroffen, daß sie in der Turbine auf und absteigen und sich mit ihr fortwährend drehen kann, woraus hervorgeht, daß die Canäle der Turbine jederzeit auf eine passende Höhe gestellt werden können, die dem vorhandenen Wasserquantum genau entspricht.

Figur 13 Tafel X. ist ein Verticalschnitt durch die Axe der Turbine; Figur 14 ist ein Horizontalschnitt in der halben Höhe des eigentlichen Rades.

Die eigentliche Turbine besteht hiernach aus einem gußeisernen Boden A, auf welchem die gekrümmten Schaufeln B, deren Höhe für die größte Wassermenge berechnet ist, befestigt sind.

Der Wasserverbrauch wird durch die kreisförmige Schütze C regulirt, welche die Höhe der Radcanäle bis auf die bei dem geringsten Ausflußquantum erforderliche Höhe zu reduciren gestattet.

Zur Einführung des Wassers in das Rad haben die Erfinder einen gußeisernen Kranz D mit krummen feststehenden Leitschaufeln a angenommen und eine Glocke E angebracht, welche Letztere trägt und mit dem Kranze D zusammenhängt. An dieser Glocke ist die Stange b befestigt, die am untern Ende durch ein Lager c geführt wird und mit der Schütze abwechselnd steigen und sinken muß. Vier massive Stücken d, die an dem Kranze der Turbine gelassen worden sind, dienen, ihn mit Schrauben an dem gußeisernen Kreuze F zu befestigen, dessen Nabe auf der stehenden Welle aufgeschliffen und fest gemacht ist.

Man sieht aus der Zeichnung, daß diese Turbine keinen obern Kranz besitzt, der bei den andern Turbinen die Radcanäle oben schließt; es wird dies vielmehr durch die bewegliche Schütze selbst bewirkt, welche an ihrem cylindrischen Körper eine Menge Einsatzstücken e von der Form

der Radcanäle trägt. Bemerken wir noch, daß diese Schütze durch die vier vollen Stücken d, welche die Basis der Turbine mit ihrer Einfassung verbinden, ebenfalls in vier gleiche Theile getheilt wird. An der untern Seite der Einsatzstücke sind flache Leder aufgelegt, die man durch aufgeschraubte Blechstreifen am Holze befestigt.

Der cylindrische Theil der Schütze ist sorgfältig abgedreht und geschliffen, um in das Rad zu passen; die Einsatzstücken e sind daran mittelst des gußeisernen, am obern Rande der Schütze angeschraubten Randes f befestigt, und die vier Arme g vermitteln die Verbindung mit dem Muffe h von Gußeisen. Letzterer ist durch eine Nuth und Feder mit der Welle verbunden und wird sonach bei der Drehung der Welle sammt der ganzen Schütze mit herumgenommen, ohne dabei in seiner Verticalbewegung gestört zu werden.

Um das Gleiten dieses Muffes auf der Welle zu bewirken, hängt er an einem gußeisernen Halsringe H, der aus zwei Theilen besteht und mit den beiden krummen Armen I verbunden ist. Letztere nehmen am aufwärts gebogenen Ende Muttern i auf, durch welche die Schrauben J hindurchgehen, welche, durch Ansätze festgehalten nur um sich selbst drehbar sind und daher den Halsring H nebst dem daran hängenden Schützenapparate auf- oder abwärts schieben, je nachdem sie rechts oder links gedreht werden.

Auch die Glocke mit den Leitschaufeln ist so eingerichtet, daß sie mit der Schütze auf oder nieder gehen kann, ohne sich jedoch zu drehen. Es ist nämlich die eiserne Stange b von dem Querjoche k umfaßt, welches durch die Zugstangen l mit den gußeisernen Armen m, die ebenfalls von dem Halsringe H ausgehen, verbunden ist. Durch diese Vorrichtung wird die Glocke E gezwungen, sich mit dem Halsringe H zu bewegen.

Die gußeisernen Supports K, gegen welche die Standringe der Schrauben J befestigt sind, erheben sich über den Boden des Maschinenraumes. Der Kopf der einen Schraube trägt eine Schwungkurbel n, die beliebig nach beiden Seiten gedreht werden kann, und eine Kette ohne Ende o, die über zwei an den Schraubenspindeln sitzende gezahnte Räder p gespannt ist, überträgt die Bewegung an die andere Schraube.

Bei dieser Art von Turbinen tritt das Wasser von unten durch einen unteren, in dem Mauerwerke L ausgesparten Canal, dessen obere Mündung durch eine gußeiserne Randplatte M, welche den Boden der Leitschaufeln bildet, verwahrt ist. Dieselbe ist durch starke Schrauben an dem Gemäuer von Quadern oder Ziegelsteinen befestigt. Eine obere Grundplatte N ist auf eine kreisförmige Scheibe O geschraubt, und mehrere mit Deckeln verschlossene Oeffnungen gestatten die Untersuchung des Inneren. Diese Platte ist im Centrum für die Tragstange q mit Stellschrauben durchbrochen, durch welche mittelst der starken Mutter r der senkrechte Wellbaum gehoben werden kann.

Aus der Detailzeichnung Fig. 15 ersieht man noch deutlicher die eigenthümliche Einrichtung dieses Zapfens, welcher von den Erfindern „Zapfen mit atmosphärischer Schmierung" genannt wird. Der Zapfenständer P ist in eine gußeisernen Schale s eingeschlossen, über welche eine Glocke Q, die mit der Nabe des Sternes F der Turbine aus einem Stücke gegossen sein kann, weggestürzt ist. Die Schale ist voll Oel und enthält das Zapfenlager t mit der Stahlplatte u, auf welcher der Zapfen v der stehenden Welle ruht; sie wird durch Stellschrauben x leicht centrirt. Kleine Säulen y, durch welche Befestigungsschrauben hindurchgehen, heben die Schale über die Lagerplatte O und die Stellschraube q, welche unter derselben befindlich ist, geht durch die Mutter r hindurch, welche durch einen in die Löcher im Umfange gesteckten Bolzen gedreht werden kann, wobei das Lager gehoben oder niedergezogen wird, je nachdem die Drehung nach der einen oder andern Seite erfolgt. Die Schraube kann sich hierbei nicht selbst drehen, da sie durch eine Nuth in der Platte P festgehalten wird, und kann also nur in verticaler Richtung verschoben werden. Aus dieser Disposition geht hervor, daß der Wasserdruck, welcher sich bei steigend anwachsendem Unterwasser um das Lager herum bildet, die Luft zwingt in der Glocke Q zu bleiben und daher das Wasser daran verhindert, in die Schale einzutreten und den Stahlstift v oder die Lagerplatte zu benetzen.

Aus der gegebenen Beschreibung erklärt man sich leicht die Thätigkeit dieser Apparate. Das Aufschlagswasser tritt durch den unterirdischen Canal R ein, wird von dem Leitschaufelapparat D gegen die Radschaufeln A gewiesen und treibt dieses Rad und mit ihm, mittelst der Arme F, die stehende Welle G im Kreise herum. Das Aufschlagsquantum wird durch die ringförmige Schütze regulirt, deren Einsatzstücken den freien Raum zwischen den Radschaufeln erfüllen und sich fortwährend mit dem Rade drehen, mögen sie auch von dem Radboden näher oder weiter abstehen. Die Canäle sind also stets gefüllt.

Diese Schützenvorrichtung besitzt noch den großen Vortheil sich außerordentlich leicht stellen zu lassen, da der Aufdruck des Wassers gegen die untere Fläche der Einsatzbacken der Reibung dieser Theile, ihrem Gewichte und selbst der Last der ganzen übertragenden Maschinentheile sehr wohl das Gleichgewicht halten kann. Während des Ganges der Turbine und selbst bei dem Stellen der Schütze ist daher diese Reibung sehr gering.

Will man den Stift untersuchen, so zieht man den Keil z, Fig. 13, und befestigt mit vier Schrauben die Nabe und Radarme der Turbine mit den Armen des Kreuzes des Schützenringes; hierauf windet man die Turbine herauf,

indem man den Mechanismus des Schützenziehens in Thätigkeit setzt, und dabei hebt sich die Glocke um so viel, daß man zu dem Zapfen gelangen kann.

Drehende Schütze für Köchlin'sche Turbinen.

Für die Turbinen, welche von oben beaufschlagt werden, wie die Köchlin'schen Turbinen, haben Laurent et Deckherr folgende eigenthümliche Einrichtung angegeben.

Um Turbinen zu erhalten, welche sehr verschiedene Wasserquantitäten benutzen können, braucht man, wie dies schon Gentilhomme gethan hat, nur eine Vorrichtung zu treffen, bei welcher für geringere Wassermengen eine Anzahl der Radcanäle verdeckt und nur bei vollem Aufschlagwasser alle Canäle offen gelassen werden.

Bei der zu beschreibenden Construction ist ein Theil der Radcanäle auf der einen Seite nur auf die äußere Hälfte offen, während die andern Canäle auf der andern Seite des Rades nur auf die innere Hälfte geöffnet sind. Die Schütze ist eine Art cylindrischer Kranz, der auf dem obern Rande des Leitcurvenapparates ruht, und ist mit zwei halbkreisförmigen Ausschnitten versehen, wovon der eine größere der ersteren Reihe von Oeffnungen entspricht, während der andere, mit dem geringeren Durchmesser, den andern Oeffnungen correspondirt. Da diese Schütze am äußern Rande gezahnt ist, so läßt sie sich sehr leicht drehen und daher eine größere oder geringere Zahl von Canälen sich öffnen.

Figur 16 und 17 Tafel X. geben die Zeichnung dieser Vorrichtung.

Der Leitschaufelapparat A ist ein gußeiserner Ring, dessen Inneres B durch gekrümmte Schaufeln in Canäle zerlegt wird, durch welche das Wasser nach dem Rade geleitet wird.

Auf dem obern Rande dieses Ringes liegt ein horizontaler Schieber mit zwei ringförmigen Oeffnungen C und D, wovon jede die Hälfte der Leitschaufeln blos legt, aber mit dem Unterschiede, daß die eine Oeffnung einem kleineren Durchmesser zugehört, als die andere, wenn auch ihre Querschnitte gleich sind.

Ueber diesem Schieber ruht nun die kreisförmige Schütze E, sorgfältig aufgeschliffen und ebenfalls mit zwei halbringförmigen Ausschnitten C' und D', die den vorher beschriebenen vollkommen gleich sind, versehen. Ein Holzfutter, welches in diese Schütze eingepaßt ist, giebt den Oeffnungen eine Gestalt, bei welcher die Contraction des Wassers beseitigt wird und der vorspringende Rand a am Boden der Schütze erhält sie sicher in der Axe des Leitschaufelapparates und dient ihr zugleich bei der Bewegung als Zapfen. Am äußern Rande der Schütze sitzt ein gezahntes Rad b, in welches ein Pignon G greift, dessen Welle über den Boden heraufgeführt und mit einer Kurbel gedreht wird.

Dreht man letzteres Getriebe, so wird dadurch begreiflicherweise die Stellung der Schütze verändert, und es wird sonach ein Theil der Canäle geöffnet oder verdeckt werden. Es werden jederzeit die diametral gegenüberliegenden Canäle gleichzeitig geschlossen, und man kann damit so weit gehen, daß die Leitschaufelcanäle ganz bedeckt sind, die Turbine also stillstehen muß, oder auch nur eine beliebige Zahl von Canälen bedecken, indem man die Zahl dieser Oeffnungen oder den Querschnitt des Austrittes nach der vorhandenen Wassermenge proportionirt.

Diese Vorrichtung erscheint einfach, billig, leicht und sicher herzustellen, führt aber allerdings vielfache plötzliche Querschnittsveränderungen mit sich, die lieber umgangen werden möchten.

Nach Versuchen einer Commission von Ingenieurs giebt eine nach diesem Systeme gebaute Turbine in Dolaincourt einen Wirkungsgrad von 0,79, wenn alle Eintrittsöffnungen geöffnet sind;

bei Verminderung des Aufschlags von 72 auf 49 oder von 3 auf 2 war der Wirkungsgrad noch 0,66;

die Geschwindigkeit konnte zu beiden Seiten der zweckmäßigsten Geschwindigkeit nicht unbedeutend schwanken, ohne daß der Wirkungsgrad merklich abnahm;

die Leistung konnte bis auf das 2,31 fache des günstigsten Effectes gesteigert werden, was diese Art von Turbinen für solche Anlagen, bei denen vorübergehend außerordentliche Leistungen gefordert werden, besonders empfehlenswerth macht.

Armengaud, Publ. Ind. 6. vol.

Mühlen nach amerikanischem System

von

Cartier und Armengaud, sen.

Tafel IX und X.

Obgleich vielfache Zeichnungen von amerikanischen Mühlen und den dahin einschlagenden Mechanismen gefunden werden, so glauben wir doch einen interessanten Aufsatz aus Armengaud, Publication Industrielle, VI. vol. über diesen Gegenstand hier im Auszuge zur Mittheilung bringen zu dürfen, da derselbe nicht nur die neusten Einrichtungen dieser Mühlen, sondern auch mancherlei Details über die Anlage derselben, ihre Kosten und den dabei zu erlangenden Gewinn enthält.

Die amerikanischen Mühlen haben in Frankreich eine bedeutende Verbreitung erlangt; alle Mühlen der Umgebungen von Paris und andern Hauptstädten Frankreichs sind nach diesem Systeme construirt und es giebt darunter Anlagen von bedeutender Ausdehnung. So zählt man in der Mühle von Saint-Maur vierzig Gänge, die von vier Fourneyron'schen Turbinen betrieben werden; die Mühle des Herrn Darblay in Corbeil ist ebenfalls sehr bedeutend, in Plombière bei Dijon giebt es eine Mühle von 16 Gängen u. s. w. Bei den vervollkommneten Mitteln der Technik, die in den Maschinenbauanstalten gegenwärtig eingeführt sind, bieten die verschiedenen Apparate, die einen vollständigen Mühlenmechanismus bilden, gar keine Schwierigkeiten mehr für die Ausführung; es sind daher auch in neuerer Zeit überall derartige Anlagen zur Ausführung gekommen, und selbst mehrere Zimmermeister haben dergleichen übernommen, wobei denn natürlich mancherlei Mißgriffe und mißglückte Versuche mit untergelaufen sind, wenn den Constructeurs dazu die nöthigen Kenntnisse abgingen.

Zum Theil liegt dies auch darin, daß bei der Anlage einer Mühle, wie bei andern technischen Anlagen, nicht blos die eigentlichen Apparate zu berücksichtigen sind, sondern auch vor Allem die Motoren in Hinsicht auf die zweckmäßigste Anwendung, die Uebertragungsmechanismen hinsichtlich der größten Einfachheit, die Arbeitsmaschinen bezüglich ihrer Combination und Aneinanderreihung und dergl. mehr zu prüfen und zu wählen sind.

Der Motor oder die Umtriebsmaschine verlangt augenscheinlich die vorzüglichste Aufmerksamkeit seitens des Constructeurs, denn man weiß, wie das Leben der ganzen Anlage davon abhängt; aber unglücklicherweise täuscht man sich gerade hierin sehr gewöhnlich. Ueberdies wendet sich der Erbauer so oft an den mindest Fordernden, während doch wohl aufgestellte Umtriebsmaschinen, welche die größte Leistung bei der größten Oekonomie geben, vollkommene Umsetzungen, welche nicht so leicht Reparaturen verursachen, obwohl im Ankauf theurer, doch in Bezug auf den Betrieb jedenfalls ökonomischer genannt werden müssen.

Die meisten Mühlen werden von Wasserrädern getrieben. Vor Einführung der amerikanischen Mühlen gab es keine andre Betriebskraft für Mühlen; diese lagen also auch nur am Wasser. Seit Einführung derselben zieht man es aber oft vor, Dampf als Betriebskraft anzuwenden, da man sie alsdann hinlegen kann, wo man will, und vorzüglich mitten in volkreiche Städte statt in größere Entfernung von denselben.

Indessen ist dieser Vorzug oft überschätzt worden. So sind in Paris die Dampfmühlen der Ruin ihrer Erbauer geworden, weil dort der Preis der Steinkohlen zu hoch steht und dies durch die Ersparniß im Transport des Mehles nicht ausgeglichen wird. Hierzu kommt die schwer auszuhaltende Concurenz aller am Wasser stehenden Mühlen in der Nähe der Stadt. In Lyon dagegen, wo das Brennmaterial kaum ein Drittel kostet, von dem, was es in Paris beträgt, ist die Production der Dampfmühlen um so einträglicher, je geringer die Zahl der Wassermühlen überhaupt ist, und je mehr diese durch Wassermangel während eines Theiles des Jahres zu feiern genöthigt sind.

Um den Verbrauch von Brennmaterial herabzuziehen und daher die Anwendung des Dampfes als Brennkraft vortheilhaft zu machen, hat man den Vorschlag gethan, Cokesöfen anzulegen, und die Flamme dieser Oefen zur Heizung der Dampferzeuger zu benutzen. Ein erster Versuch dieser Art wurde in Bordeaux angestellt und findet sich hierüber der Bericht in dem 1. Bande der Publication Industrielle. Ein großartigerer Versuch wurde in Orléans unternommen, aber unglücklicherweise schlecht geleitet, und die Constructeurs haben viel Geld dabei verloren, während die Mühle nicht ein Körnchen Getreide zermalmt hat.

Vergegenwärtigt man sich die große Cokesproduction, die zur Heizung der Locomotiven auf den Eisenbahnen erfordert wird, so erstaunt man, daß man nicht wiederholt ähnliche Oefen zu construiren versucht hat, um die große Menge verlorengehender Wärme zu benutzen, da man doch weiß, daß die entwickelten Gase nutzbar gemacht werden und bei zweckmäßigerer Construction der Apparate zur Heizung von Dampferzeugern dienen können, so wie man sie zu andern Zwecken, wie zum Brennen von Kalk, von Ziegeln und dergl. mit mehr oder weniger Glück verwendet hat.

Die Mühlenlage, welche auf Tafel IX und X dargestellt ist, ist bestimmt, durch ein Kropfrad mit geraden Schaufeln betrieben zu werden.

Will man eine derartige Anlage durch Wasserkraft betreiben, so ist es sehr wichtig, sich vorerst nicht blos von der vorhandenen Wasserführung und dem Gefälle des Flusses genau zu vergewissern, sondern auch über die verschiedenen Wasserstände desselben zu verschiedenen Jahreszeiten Nachrichten einzuziehen.

Hat man dann sowohl über die mittlere Aufschlagmenge, welche am längsten aushält, als auch über das disponible Gefälle sich sichere und zuverlässige Resultate verschafft, so muß man sich, ehe man sich für ein bestimmtes System von Motoren bestimmt, die Vortheile und Nachtheile derselben nochmals gehörig vergegenwärtigen.

Die vier vorzüglich gebräuchlichen Systeme von Wasserrädern sind:

1. Das Zellenrad mit Beaufschlagung von Oben, sei dies ganz im Scheitel, oder nahe unter demselben;

2. Das Schaufelrad mit geraden Schaufeln mit Kropf, auf welches das Wasser durch eine Ueberfallschütze fällt;

3. Die Turbine oder das Kreiselrad, welches das Wasser gleichzeitig am ganzen Umfange aufnimmt und ausgießt;

4. Das Poncelet-Rad mit krummen Schaufeln und geneigter Schütze.

Die Vorzüge und Nachtheile dieser Räder sind nun in Kurzem folgende.

Die Zellenräder, welche ohne Zweifel die besten Räder sind, d. h. bei gleichem Aufschlagsquantum und Gefälle den größten Nutzeffect geben, lassen sich nicht in allen Fällen anwenden. Bei geringen Gefällen z. B. von blos 2 oder 2,5 Meter sind sie unbrauchbar, weil sie einmal zu geringe Durchmesser erhalten würden, und weil man zweitens ihren Zellen nicht würde hinreichenden Fassungsraum geben können, um den disponiblen Aufschlag aufzunehmen.

Ueberdies dürfen sie nicht im Wasser baden, sind daher für Anlagen, welche Stauwasser ausgesetzt sind, nicht zweckmäßig. Bei großen Gefällen wieder gehen sie sehr langsam und verlangen daher oft vielfache Umsetzungen.

Schaufelräder mit Kropf sind, wenn sie gut construirt sind, ebenfalls gute Motoren. Sie eignen sich besonders für Gefälle von 1 bis 3 Meter und können beträchtliche Aufschlagmengen benutzen; man ist bis zu 2 und 3 Cubicmeter pro Secunde gegangen. Jedoch muß bemerkt werden, daß sie unter diesen Umständen nicht eben so gute Wirkungsgrade geben, als bei geringern Aufschlagmengen. Man hat diesen Rädern vorgeworfen, daß sie ebenfalls kein Stauwasser vertrügen, aber wir können entgegnen, daß sie bei der Construction ohne Bodenschaufeln, die wir unlängst beschrieben haben, noch sehr gute Resultate liefern, selbst wenn sie 60 bis 80 Centimeter tief im Unterwasser baden.

Sie finden daher bei Flüssen mit veränderlichem Wasserstande gute Verwendung; aber sie haben auch den Nachtheil, daß sie langsam gehen und daher vielfache Umsetzungen bis zu den Arbeitsmaschinen nöthig machen.

Die Turbinen, deren Nutzeffect vielleicht oft übertrieben worden ist, sind bei vielen Oertlichkeiten vortheilhaft, ob sie gleich in der Regel nicht so viel Nutzeffect als Zellen- oder Kropfräder geben. Denn sie können auch unter Wasser arbeiten, selbst in bedeutender Tiefe; sie laufen mit großer Geschwindigkeit um, was die Uebertragung wesentlich vereinfacht; endlich können sie zur Aufnahme sehr beträchtlicher Wassermengen construirt werden. Die Turbine eignet sich vorzüglich für schwache und mittlere Gefälle und große Aufschlagquantitäten; noch mehr Werth hat sie aber bei Flüssen mit sehr variabler Wasserführung in Folge ihrer Eigenschaft, bei zweckmäßiger Construction sich den Schwankungen im Wasserstande und der Aufschlagmenge innerhalb sehr ausgedehnter Grenzen anzupassen. Schwieriger, als verticale Räder, in der Construction, sind die Turbinen auch kostspieliger hinsichtlich des Ankaufes und der Unterhaltung.

Die Räder mit krummen Schaufeln von Poncelet, welche vor der Verbesserung der Turbinen und Kropfräder, eine viel ausgedehntere Anwendung genossen, lassen sich jetzt nur bei sehr schwachen Gefällen zur Anwendung empfehlen. Da sie sich zwei bis dreimal so schnell, als Räder im Kropfgerinne von gleichen Dimensionen, umdrehen, so können sie, ohne übertriebene Dimensionen zu erhalten, große Aufschlagmengen verwerthen, aber sie geben schlechte Effecte, wenn sie im Unterwasser baden, und ihr Wirkungsgrad ist im Allgemeinen geringer, als derjenige der übrigen Systeme von Wasserrädern.

Diese Recapitulation zeigt, auf wie vielerlei Umstände und Rücksichten bei der Wahl des Motors zu achten ist; eine flüchtige oder unvollständige Kenntniß der Natur des Wasserlaufes und der Oertlichkeit, die unvollkommene Bestimmung des Gefälles und Aufschlages haben unzählige mißglückte Anlagen verursacht.

Allgemeine Beschreibung der dargestellten Mühlenanlage.

In Figur 1 Tafel IX. ist der allgemeine Riß eines Theiles des Wasserlaufes, des Wasserrades, seiner Schützenvorrichtungen und der Hauptbewegungstheile der Gänge gegeben. Das Rad ist durch eine Horizontalebene durch die Axe geschnitten gedacht; der Uebertragungsmechanismus ist von oben gesehen.

Figur 2 giebt den Grundriß der Reinigungsapparate, Beutel und anderen Vorrichtungen der Mühle. Obgleich diese Apparate nicht sämmtlich in derselben Etage aufgestellt, vielmehr in den verschiedenen Etagen des Gebäudes

vertheilt sind, so ist es interessanter, sie alle auf eine Ebene zu projiciren, um schnell und mit einem Ueberblicke Alles übersehen zu können, was das Material der Mühle bildet. Für den Constructeur ist der Entwurf einer solchen Projection sehr nützlich, und er erspart sich dadurch viel Zeit bei der Vertheilung der verschiedenen Apparate und der Combinirung ihrer Mechanismen.

Die Figuren 3, 4 und 5 zeigen verschiedene Dispositionen der Bewegung mit Riemenvorgelege.

Die Figur 6 Tafel X repräsentirt das Gebäude im Verticaldurchschnitt nach der Länge nach Linie 1—2, die Apparate sind in äußerer Ansicht dargestellt.

Figur 7 ist ein anderer rechtwinklich gegen den vorigen gerichteter Verticaldurchschnitt nach der gebrochenen Linie 3—4—5—6.

Vom Motor. — Auf der Zeichnung ist ein mittelschlägiges Rad A mit geraden Schaufeln ohne Boden oder Bodenschaufeln dargestellt, eine Einrichtung, die wir vorziehen zu müssen glauben, wo in dem Aufschlagsquantum bedeutendere Schwankungen gefunden werden. Denn man begreift, daß ein Rad, das einerseits durch seine Geschwindigkeit und Breite, andrerseits durch die Schaufeltiefe begrenzt ist, nur ein gewisses Maximalquantum an Aufschlag vertragen könne; und, wie allgemein bekannt, darf ein solches Rad, um den höchsten Effect zu geben, nur bis zur Hälfte der Schaufeln gefüllt sein. Wenn dagegen kein Boden vorhanden ist, so kann man bei derselben Radweite leicht bei vermehrtem Aufschlage ein größeres Wasserquantum auf das Rad schlagen, ohne Stöße und die Reaction auf die Welle befürchten zu müssen. Dies ist die Einrichtung, die man anwenden muß, wo man in der Breite des Rades beengt ist und mitunter eine verhältnißmäßig zu große Wassermenge zu verwenden hat.

Gut construirte derartige Räder können bekanntlich 65, 70 bis 75 pro Cent, also im Mittel 70%, Wirkung geben; jedoch darf man bei schwachen Gefällen z. B. unter 1 Meter und bei Wasserläufen mit sehr häufigen Schwankungen nicht auf so viel rechnen, sondern wird vorsichtig nur 60 bis 65 pro Cent. annehmen.

Wenn die Mühle von einer Dampfmaschine betrieben wird, so hat man als reelle Betriebskraft die auf der Schwungradwelle gemessene Arbeit anzusehen und diese nicht, wie es bisweilen geschieht, so wie die rohe Wasserkraft (das Product aus dem Gefälle in den Aufschlag), mit 0,60 bis 0,65 zu multipliciren.

Hat man eine Dampfmaschine als Motor, so ist es sehr nöthig, daß das Schwungrad eine bedeutende Gewalt ausübt, um die nothwendige Regelmäßigkeit zu erlangen und der Reaction der Mühlsteine vorzubeugen. Manche Ingenieurs glauben, daß eben deshalb, weil die Mühlsteine cylindrische, schnellumlaufende Massen sind, sie Schwungräder abgeben und sich deshalb selbst reguliren müßten, und daß deshalb für den Motor kein kräftiges Schwungrad nöthig sei, aber es ist nicht so in der Praxis, sondern es giebt einen unaufhörlichen Kampf zwischen der Maschine und den Steinen, und es entstehen Erschütterungen und heftige Reactionen, wenn die Energie des Schwungrades nicht ausreicht, um die Trägheit der Letztern zu überwinden.

Deshalb haben wir jederzeit bei Dampfmühlen kräftige Schwungräder und die Umfangsgeschwindigkeit derselben beträchtlich größer angenommen, als die der Steine z. B. für 8 bis 8,2 Meter pro Secunde Umfangsgeschwindigkeit der Steine 10 bis 11 Meter bei dem Schwungrade.

Ebenso empfehlen wir in hohem Grade das System von Maschinen mit zwei Cylindern, mittlerem Drucke und Condensation, als dasjenige, welches die größte Regelmäßigkeit im Gange und die beste Oekonomie des Brennmaterials gewährt.

Von der Zahl der Gänge. — Man ist nicht immer recht einverstanden über die Zahl von Gängen, die man bei einer neuzubauenden amerikanischen Mühle annehmen solle. Hierzu giebt es verschiedene Gründe: der erste und vielleicht hauptsächlichste liegt in der Oertlichkeit, indem jedes Land auf besondre Weise mahlt und daher auf jedem Gange mehr oder weniger producirt. In Paris z. B., wo man sehr feines Mehl verlangt, verwendet man darauf viel Sorgfalt, stellt die Steine sehr eng, schüttet weniger Getreide auf und sucht die möglichst größte Quantität Feinmehl zu erhalten. Im mittäglichen Frankreich dagegen mahlt man viel Mehl geringerer Qualität und Weiße, wobei die Steine weiter gestellt sind und in gleicher Zeit natürlich viel mehr Mehl erhalten wird. Das Mehl für den Landmann ist noch gröber, wird jedoch nur noch in den alten Mühlen erzeugt, die deshalb zum Theil wieder hergestellt worden sind und wo man natürlich möglichst viel auf einem Gange zu erhalten sucht. Bei den Etablissements, die für das Militär arbeiten, wird viel Kleie im Mehle gelassen, das Mahlen geschieht so roh, daß man die Körner fast nur zerreißt, und daher können die Gänge ungemein viel liefern; ebenso unvollkommen ist das Beuteln.

Die zweite Ursache über die Ungewißheit in der Bestimmung der Zahl der Gänge liegt in der Ungewißheit über die zum Betriebe erforderliche Kraft. Man bemerkt gewöhnlich nicht, daß diese Betriebskraft nicht nur nach der Art des zu vermahlenden Getreides, sondern auch nach der Art des zu erzielenden Productes variiren muß. Jedoch hat die Praxis in dieser Hinsicht zu genügend genauen Resultaten geführt, um hierüber Gewißheit zu erlangen.

Eine andre Ursach, die auch noch in Betracht kommt, liegt in den Dimensionen der Steine. So verlangen die Steine mit 1,5 Meter Durchmesser mehr Kraft, unter übrigens gleichen Umständen, als Steine von 1,3 Meter

Durchmesser, aber sie leisten auch mehr Arbeit, und ebenso verlangen Steine von 1,6 bis 1,75 Meter Durchmesser mehr Betriebskraft und geben dafür mehr Mehl in derselben Zeit, als jene von 1,5 oder 1,4 Meter. Man hat sich folglich ebenso über die Durchmesser, welche man anwenden will, zu bestimmen, um danach die Zahl der Gänge der vorhandenen Betriebskraft gemäß zu bemessen.

Nach unserer Ansicht schadet eine zu große Zahl von Gängen nicht der guten Arbeit des Mahlens, während man im Gegentheil bei nicht hinreichender Zahl genöthigt ist, sie mehr produciren zu lassen, als sich mit der Güte des Mahlgutes verträgt.

Wir haben oft Klagen gehört, daß für ein Gefälle zu viel Gänge angelegt worden seien. Wenn der Müller sein Gewerbe nicht versteht, wenn er seine Mühle nicht in gutem Stande hält, wenn er nicht Sorge trägt, daß seine Steine immer gut geschärft, die Maschinentheile gut geschmiert sind, das Aufgeben regelmäßig erfolgt, und endlich alle Apparate zum Reinigen und Beuteln u. s. w. gut arbeiten, dann begreift man wohl, daß er einen Theil seiner Betriebskraft auf reine Verluste verwenden müsse, und nicht die bestimmte Zahl von Gängen werde gehen lassen können. Jeder tüchtige Müller kennt den schädlichen Einfluß solcher Uebelstände und hält darüber stets wachsames Auge.

Der gewöhnlich angewendete Durchmesser der Steine ist 1,3 Meter und ihre Geschwindigkeit 115 bis 120 Umdrehungen pro Minute. Solche Gänge verarbeiten in den besser eingerichteten Mühlen der Pariser Umgegend nur 15 bis 16 Hektoliter Getraide in 24 Stunden, aber man erhält auch 60, 62 und 63 pro Cent Mehl von erster Qualität, welches von den Bäckern der Stadt gesucht wird.

Unter diesen Umständen bedarf man nach unsern Beobachtungen eine Pferdekraft zu 75 Kilogrammeters, um im Mittel 20 bis 22 Kilogrammes Getraide pro Stunde zu mahlen, oder 4 Pferdekräfte für 80 bis 88 Kilogrammes, wobei nicht bloß die zum Betriebe der Steine erforderliche Kraft, sondern alle accessorischen Maschinen und Apparate inbegriffen sind.

Um also in 24 Stunden 15 bis 16 Hektoliter (was 50 bis 51 Kilogrammes pro Stunde entspricht) zu vermahlen, braucht man eine reine Leistung von $2^1/_2$ Pferdekräften, incl. Reinigungs- und Beutelmaschinen.

Bei einer vorhandenen nützlichen Leistung von 15 Pferdekräften muß man also 6 Gänge nach den obigen Bedingungen anlegen, um diese Kraft zweckmäßig zu benutzen. Wir bemerken, daß wir bei dieser Ueberrechnung den Gang mit inbegreifen, der geschärft wird. Da nämlich diese Operation ziemlich regelmäßig alle 5 bis 6 Tage, mindestens alle Wochen einmal, zu verrichten ist, so steht fast stets ein Gang;

ein thätiger Müller vollzieht diese Arbeit übrigens möglichst schnell, wo möglich in einem Tage.

In Mühlen, wo weniger feines Mehl producirt wird, läßt man 24 bis 25 Hektoliter Getraide auf den Gang in 24 Stunden vermahlen, bisweilen auch noch mehr. Die Arbeit ist also viel größer, aber freilich auf Kosten der Qualität des Mehles.

Die erforderliche Betriebskraft ist natürlich größer, wächst aber nicht proportionell mit dem Producte. Wir haben gefunden, daß in diesem Falle 25 bis 26 Kilogrammes Getraide mit einer Pferdekraft vermahlen werden, während im ersten Falle nur 20 bis 22 producirt wurden. Man hat also einen Vorzug und kann hoffen mit 4 Pferdekräften 100 bis 104 Kilogrammes Getraide pro Stunde zu Mehl von dieser geringern Sorte vermahlen zu können.

Für die Militärmühlen, wo das Mehl, wie erwähnt, noch gröber ist, stellt sich der Krafaufwand noch geringer heraus, um so mehr, da die Apparate zum Putzen und Beuteln in sehr beschränkter Art vorhanden sind. Man kann hier 28 bis 30 Kilogrammes Getraide pro Stunde und Pferdekraft annehmen. Wir haben z. B. durch Versuche constatirt, daß mit einer Dampfmaschine von 24 bis 25 Pferden, die gewöhnlich 7 Gänge mit Steinen von 1,3 Meter Durchmesser trieb, 17374 Kilogrammes Getraide in 24 Stunden vermahlen wurden, was einem Kraftaufwande von $3^1/_2$ Pferden und einer Production von 103,3 Kilogr. pro Gang oder 29,5 Kilogr. pro Stunde und Pferdekraft entspricht.

Es ergiebt sich also aus den angeführten Erfahrungen:

1. daß mit einer reinen Pferdekraft wenigstens 20 Kilogr und höchstens 30 Kilogr. Getraide pro Stunde vermahlen werden;

2. daß die geringere Menge sich auf Mehl der feinsten und besten Sorte beziehe;

3. daß bei einer mittleren Sorte Mehl 25 bis 26 Kilogr. Getraide pro Stunde vermahlen werden können;

4. endlich daß bei geringen Mehlsorten und unvollkommenen Reinigungsvorrichtungen 30 Kilogr. pro Pferdekraft geliefert werden können.

Auf derartige Data wird man sich zu stützen haben, wenn man eine alte Mühle durch eine nach neuem Systeme ersetzt, und nicht auf die Zahl der früher in Betrieb gewesene Gänge. Wir haben z. B. in der einen Mühle statt zweier Gänge mit 2 Meter großen Steinen 3 bis 4 Gänge mit kleineren Steinen von 1,3 Meter, in anderen Mühlen aber 6, 8 und 10 Gänge dafür aufstellen sehen.

Und dies ist aus mehrfachen Gründen sehr begreiflich. War z. B. die Umtriebsmaschine des alten Werkes sehr schlecht construirt und angebracht, so konnte sie die vorhandene Kraft nur schlecht benutzen und mußte einen viel geringeren Effect geben, als zu erzielen gewesen wäre. Andrer-

seits können die großen alten französischen Steine mit breiten, geraden Strahlen beliebig viel oder wenig verarbeiten und ihr Product ist stets gröber. Wir glauben in der That, daß die Quantität bei den großen Steinen in derselben Zeit fast immer mindestens doppelt so groß ist, als bei einem Paar kleiner Steine.

Hierbei ist eines öfters vorgekommenen Falles zu gedenken, nämlich, daß man in Mühlen der alten Construction die neuern Verbesserungen eingeführt, namentlich auch die Wasserräder verbessert hat, und daß dabei eine so vortheilhafte Arbeit erzielt worden ist, daß sie später bei dem Neubau nach amerikanischem Systeme weniger geleistet haben. Diese Erscheinung erklärt sich einfach aus der größern Einfachheit solcher verbesserten Mühlen gegen die zusammengesetzteren amerikanischen Mühlen mit all ihren Apparaten.

Manche Müller geben auch Steinen von 1,4 bis 1,5, ja sogar von 1,6 Meter Durchmesser den Vorzug, trotzdem daß sie die amerikanische Mahlmethode mit Steinen, die nach letzterer Art gehauen sind, anwenden. Sie erhalten damit mehr Product, obgleich die Umgangszahl nur 90 bis 100 Umdrehungen pro Minute beträgt. Und diese größeren Dimensionen können gewisse Vortheile haben: erstens vereinfachen sie den Mechanismus, indem sie die Zahl der Gänge vermindern, und dann gestatten sie besser, die ganze Kraft des Motors zu verwenden. Es versteht sich nämlich, daß man bei einem Werke mit mehreren Gängen von 1,3 Meter Durchmesser öfters überflüssige Kraft haben kann, die dagegen bei Steinen von 1,5 bis 1,6 Meter völlig benutzt werden würde, oder auch man kann nicht genug Kraft haben für zwei Gänge der kleinern Art, aber zu viel für einen Gang, was man dann mit einem Gange der größern Art völlig benutzen kann, bei geringeren Ankaufs und Unterhaltungskosten.

Auch treten diese Rücksichten nur bei sehr kleinen Etablissements ein; für größere gilt der Durchmesser von 1,3 Meter.

Anordnung des Hauptmechanismus. — Ist der Motor und die Zahl der Gänge bestimmt, so ist nun die zweckmäßigste Anordnung der Bewegungsübertragung und des Gerüstes zu überlegen. Hier ist die Anordnung auf kreisförmigen Gerüste gewählt worden und um eine Etage zu ersparen, sind die Steine im Parterre in geringer Höhe über dem Boden auf einem besondern Boden aufgestellt.

Sie werden von gußeisernen Säulen mit weiten Oeffnungen, welche die Form von eleganten und leichten Gefäßen haben, getragen. Sie sind nur so hoch, daß die Steine 1 bis 1,2 Meter über dem Boden liegen und eignen sich für jede Localität und geradliniges, wie kreisförmiges Arrangement der Gänge.

Hierbei hat man nicht nur ein billigeres Gerüst, sondern auch einen merklichen Gewinn für die ganze Anlage. Denn da die Mühlen im Parterre liegen, so kann der Rumpf für das gereinigte Getraide, wenn man keine Comprimeurs anwendet, in der ersten Etage angebracht werden, statt in der zweiten, und folglich kommen die Reinigungsvorrichtungen in die zweite und dritte Etage, kurz alle Apparate rücken eine Etage tiefer, und man kann mit einem Gebäude von 4 Etagen eben so gut den Dienst der Mühle versorgen, als mit einem 5 Stock hohen, wie früher, wobei die Elevatoren, die Königswelle und andre bewegliche Theile verkürzt werden.

Wenn der Motor ein Wasserrad mit 3,4 bis 5 Umdrehungen pro Minute ist, so ist gewöhnlich ein dreifaches Zwischengeschirr erforderlich, um die Bewegung auf die Steine durch Zahnräder zu übertragen. Man setzt auf die Wasserradwelle, oder an den Kranz des Rades ein erstes Zahnrad a, dem man wo möglich die Verzahnung nach innen gebe, um mehr Zähne in Eingriff zu bekommen; dieses treibt ein Getriebe b an dem Ende einer gußeisernen Zwischenwelle c, die an ihrem anderen Ende ein conisches Rad d trägt, welches in das kleinere Getriebe e greift. An der stehenden Welle des letzteren sitzt ein großes horizontales Stirnrad f, welches gleichzeitig in sämmtliche Pignons g der Mühleisen greift.

Bisweilen hat man ein vierfaches Zwischengeschirr, bisweilen auch blos ein zweifaches angenommen. Wir rathen, nie das Letztere zu thun, was bei langsam gehenden Motoren unpassend ist, weil man zu kleine Getriebe und zu große Treibräder bekommt, zu kleine Getriebe sich sehr schnell abnutzen und große Treibräder schwer, kostbar und in der Ausführung schwierig sind. Es würde diese Uebertragung nur bei dem erwähnten gemischten Systeme mit 1,5 Meter starken Steinen anwendbar sein.

Das vierfache Vorgelege aber gestattet gute Proportionen des Räderwerkes mit feiner Theilung, um sanften Gang zu erhalten; aber es ist natürlich theurer, als das dreifache Vorgelege.

Wenn der Motor eine Turbine ist, wo die Geschwindigkeit schon sehr groß ist, so ist die Uebertragung der Bewegung viel einfacher; sie kann sich auf das horizontale Stirnrad und die Getriebe an den Mühleisen beschränken, wenn es möglich ist, die Turbine unmittelbar unter das Mühlgerüst zu hängen; wo dies aber nicht geht, sind Riemenvorgelege vorzuziehen.

Bei Anwendung einer Dampfmaschine als Motor braucht man nur ein doppeltes Vorgelege, wenn die Kurbel 28 bis 30 Umdrehungen pro Minute macht; doch ist ein dreifaches Geschirr vorzuziehen, wenn die Geschwindigkeit geringer ist, und dann bringt man das Schwungrad auf die Vorgelegswelle, statt es auf die Kurbelwelle zu setzen.

Bei bedeutenden Mühlanlagen rathen wir das Riemensystem an, (wenn es auch vielleicht kostspieliger und complicirter als das vorige wäre), da es nämlich gestattet, beliebig und hintereinander jeden Gang anzuhalten, ohne den Motor zu stören, und da bei demselben manchen Unfällen dadurch vorgebeugt wird, daß die Riemen auf ihren Scheiben gleiten können, während die Getriebe der Mühleisen und das übrige Räderwerk nur in den Zähnen brechen und sich zerschlagen würde.

Fig. 3 giebt ein Fragment einer solchen Anordnung nach der Ausführung in Corbeil; die treibende Turbine überträgt ihre Bewegung an eine liegende Welle a, welche mitten durch das Gebäude hindurch geht und welche mit verschiedenen conischen Vorgelegen b, c die stehenden Wellen d treibt, wovon jede zwei große Riemenscheiben e trägt, um auf jeder Seite zwei ähnliche, an den Mühleisen steckende Scheiben f mitzunehmen. Diese für die Arbeit sehr bequeme Anordnung ist übrigens ziemlich complicirt, da sie für je zwei Gänge ein conisches Vorgelege, eine liegende Welle mit einer kurzen stehenden und vier Riemenscheiben verlangt.

Die in Fig. 4 angegebene Anordnung ist in soweit einfacher, als dieselbe stehende Welle d eine große Trommel oder soviel übereinander geschobene Riemenscheiben trägt, als man Gänge davon aus betreiben will, und um diese Welle herum sind nun Letztere in gleichem Abstande aufgestellt. Diese Anordung ist augenscheinlich sehr passend für 3, 4 und 5 Gänge; für eine größere Mühle von 8 bis 10 Gängen würde man zwei solche Systeme bilden.

In der Mühle zu Brest für die königliche Marine, wo eine Dampfmaschine als Motor dient, hat man ein gemischtes System der Uebertragung (Fig. 5), indem zwei Gänge mit Zahnrädern und die andern mit Riemen gehen. Hier überträgt die liegende Welle a ihre Bewegung an eine stehende Welle b durch conische Räder c, d und letztere Welle verlängert sich, um an beiden Enden durch zwei Paar kleinere Räder e, f die stehenden Wellen g zu treiben, die den ersten beiden Gängen als Mühleisen dienen und die Riemenscheiben h tragen, welche ihre Bewegung an ähnliche Scheiben h' durch Riemen übertragen. Alle diese Scheiben sind größer, als in den vorigen Anordnungen, weil die Steine selbst größer (1,42 bis 1,43 Meter im Durchmesser) sind.

Allgemeine Anordnung der Reinigungs- und Beutel-Apparate.

In wohleingerichteten Mühlen nach amerikanischem System wird von dem Augenblicke an, wo das Getraide in den Rumpf für die Reinigungsmaschinen geschüttet worden ist, bis zu demjenigen, wo es sich zerquetscht, vermahlen und gebeutelt befindet, keine Handreichung von Menschen verlangt, sondern alle diese Operationen geschehen mechanisch eine nach der andern. Das Getraide wird gereinigt, sortirt, zerquetscht, oder genetzt, indem es nach Bedürfniß hintereinander vom Siebfeger oder Emotteur zur Tarare, aus Letzterer in den Vertheiler oder Sortirer (trieur) und von da in die Netzvorrichtung (laveur) oder das Quetschwerk (comprimeur) gelangt, und läuft nun in den Rumpf für jeden Gang; hier bald zermalmt fällt das aus Mehl, Kleie u. s. w. zusammengesetzte Mahlgut zunächst in einen Behälter, der es durch eine Schraube ohne Ende einer Eimerkette zuführt, mittels welcher es bis in die höchste Etage gehoben wird, um in einer Kammer, in der sich langsam ein Rechen bewegt, abgekühlt und in kleinen Mengen in die Cylinderbeutel geworfen zu werden, die daraus das Mehl von der Kleie und vom Aftermehl (recoupettes) absondern; Ersteres wird in einer besondern Kammer aufgefangen, wo es sich leicht einsacken läßt, wozu wieder ein sehr einfacher Mechanismus (poche anglais) dient, und die Kleien und Graupen werden besonders gebeutelt und in besondern Gemächern oder Säcken aufgefangen.

Die ganze Arbeit, der in einer solchen Mühle angestellten Arbeiter besteht also einestheils im Aufnehmen und Aufgeben des Getraides, und andrerseits darin, das Mehl zu mengen, in Säcke zu füllen und Graupen und Kleie abzunehmen. Dies sind Tagelöhner, welche diese Arbeiten verrichten; Spitzer beschäftigen sich speciell mit dem Schärfen der Steine und ein Mühlbursche überwacht fortwährend das Mahlgut und den richtigen Fortgang aller Operationen, sowie den guten Zustand des Werkes.

Reinigungsmaschinen. — Die zum Reinigen des Getraides bestimmten Maschinen sind von größter Wichtigkeit und werden von intelligenten Mühlenbesitzern in gehöriger Auswahl angewendet.

Für eine Mühle von 3 bis 4 Gängen hat man gewöhnlich nur eine Tarare F, einen Emotteur G und einen Siebecylinder H, und stellt diese Apparate so auf, daß sie direct mit einander communiciren. So setzt man den Emotteur G über die Tarare F und Letztere läßt das gereinigte Getraide in den Siebcylinder H laufen.

Folgt man unsern Zeichnungen, so findet man, daß das in den großen Schlund J geschüttete Getraide in den untern Theil der Eimerkette I fällt, die es allmählig bis über die Oeffnung des Emotteurs erhebt. Letzterer, bekanntlich aus einem mit langen und runden Löchern von etwas mehr Größe als die Körner versehenen Blechcylinder bestehend, gestattet dem Getraide nach Maaßgabe seiner Drehung Austritt und das umgebende Blechhemd führt es zwischen die Trommel und den Mantel der Tarare, während die im Innern zurückgebliebenen Steinchen, Strohhälmchen u. dergl. aus dem Apparate herausfallen.

Bei der Tarare ist der Cylinder mit reibeisenförmigen

Blechen beschlagen, welche das Getraidekorn bei seinem Wege daran hinunter abreiben und von Staube befreien.

Der Rumpf J ist gewöhnlich von bedeutenden Dimensionen, um wenigstens auf einen halben Tag hinreichendes Getraide einschütten zu können. Wenn man also z. B. 70 bis 80 Hektoliter in 24 Stunden verarbeiten kann, so thut man wohl einen Rumpf von 35 bis 40 Hektoliter Fassungsraum an zu legen. Die Lage desselben ist nicht immer dieselbe, doch rathen wir, den Rumpf in die letzte Etage vor dem Dache zu verlegen, da man das Getraide gewöhnlich mit dem Sackzuge K bis unter das Dach zieht und es dann unmittelbar in den Rumpf schütten kann Bei dieser Einrichtung wird den Arbeitern große Erleichterung gewährt und der Elevator I hat das Korn nur 1½ Etagen hoch zu heben.

Man muß diese Apparate möglichst von dem übrigen Gebäude zu isoliren suchen und sie mit wohlschließenden Wänden umgeben, damit der Staub nicht in die übrigen Räume dringe und dem Mehle schade. Man bringt auch wohl passende Oeffnungen an, um durch den Zug den Staub aus den Räumen zu entfernen.

Um eine regelmäßige Speisung des Elevators zu erhalten, stellt man gewöhnlich unter den Rumpf einen von Hebedaumen erschütterten Schuh, oder besser eine kurze Schraube ohne Ende mit weitem Gange, die bei jeder Umdrehung eine kleine Quantität Getraide aufnimmt und an die Eimer der Kette abgiebt.

In manchen Mühlen sind die Reinigungsvorrichtungen doppelt vorhanden und dann passirt das Getraide in eine zweite Tarare, nachdem es schon von der ersten abgerieben worden ist. Bei bedeutenderen Mühlen mit 6 bis 8 Gängen hat man oft zwei ähnliche doppelte Systeme, also 4 Tararen oder verticale Siebe, die paarweise miteinander communiciren.

Jedenfalls halten wir es bei mehr als 4 Gängen für sehr zweckmäßig, zwei Reinigungsapparate anzuwenden, die von einander unabhängig sind, und wovon jeder mit seinem Emotteur und Siebcylinder versehen ist. Da sie in der Regel nicht fortwährend in Thätigkeit sind, so ist es wichtig sie so einzurichten, daß sie schneller, als die Steine arbeiten. Man bringt deshalb auch in der Etage über den Gängen einen zweiten großen Rumpf K an zur Aufnahme des gereinigten Getraides, welche also die Speisung der Steine besorgt, wenn auch die Reinigungsmaschinen stehen.

Diese Behälter sind gewöhnlich aus weichem Holz gefertigt, mit eichenem Gerippe; ihr unterer Theil erhält stets die Form einer abgestumpften umgestürzten Pyramide, um das Getraide nach einer Oeffnung hinzuführen.

Beabsichtigt man das Getraide vor dem Aufgeben in die Gänge noch zu quetschen, was bei hartem, oder mit Steinchen gemischtem Getraide nöthig wird, so wendet man Quetschwalzen L an. Dann hat man die Reinigungsapparate so hoch aufzustellen, daß die Quetschwalzen ihr Product unmittelbar in die Mühlrumpfe zu geben im Stande sind, der Sortircylinder aber das seinige in einen kleinen über den Quetschwalzen gelegenen Rumpf fallen lassen könne. Ein solcher Apparat (beschrieben in der Publication Industrielle, III. vol.) reicht für 6 bis 8 und mehr Gänge hin.

Man macht auch bisweilen das trockene Getraide mit Hülfe eines Eisen- oder Zinkblechcylinders an, welcher innerhalb schraubenförmig gestellte Schaufeln umschließt. Indem man diesem Cylinder eine drehende Bewegung mittheilt, wird das auf der einen Seite hineinfallende Getraide durch die Schaufeln bald an das andre Ende geführt und während dem durch einen schwachen Strahl tropfenweise einfallenden Wassers angefeuchtet. Diese sehr einfache Operation läßt man auf die Reinigungsoperationen folgen, sobald das Getraide durch den Sortircylinder hindurch gegangen ist.

Wir können hier nicht von allen in Vorschlag oder Ausführung gekommenen Reinigungsapparaten sprechen, doch glauben wir noch ein Wort über Diejenigen sagen zu müssen, welche diesen nicht genug zu berücksichtigenden Prozeß so zu sagen ergänzen.

Nachdem das Getraide durch die senkrechten Reibeisencylinder (Tarare) gegangen ist, wird es von vielen Müllern der Einwirkung eines kräftigen kreisförmigen Bürstenapparates, der sich über einem durchlöcherten Blechteller dreht ausgesetzt. Dieser unter dem Namen Ramonerie mehrfach eingeführte Apparat hat den Nachtheil, daß sich die Bürsten sehr schnell abführen, und andre Müller ziehen ihr daher eine zweite Tarare oder einen aus mehreren horizontalen, übereinanderliegenden Cylindern zusammengesetzten Reinigungsapparat vor. Diese Cylinder, welche ebenfalls mit reibeisenartig aufgehauenem Blech belegt sind, drehen sich in Hemden von Blech und lassen dazwischen noch Raum für das hindurchzuführende Getraide. Obwohl dieser Apparat weniger kräftig wirkt und mehr Kraft beansprucht, so kann er doch die Reinigung vollständiger bewirken.

Manche Mühlenbauer haben versucht, das Getraide schnell in stark geneigten scharfen Blechsieben circuliren zu lassen, aber abgesehen davon daß diese Vorrichtung nicht überall anwendbar ist, so scheint sie auch deßhalb noch unvollkommen, weil dazu, um einige Wirksamkeit zu erlangen, sehr vielfache Siebe erforderlich sind, die eine bedeutende Höhe beanspruchen und ein nochmaliges Herauffördern des gereinigten Getraides in den Rumpf I nöthig machen.

Christian bringt neuerdings ein System in Vorschlag, wo das Getraide durch einen starken Ventilator durch eine Reihe von Canälen mit aufgehauenem Eisenblech getrieben wird, und wo durch die rasche Bewegung desselben in diesen langen Canälen die Körner an den schiefen Hervorragungen der Bleche abgerieben werden sollen.

Der Sortirer von Vachon (trieur mécanique beschrie-

ben in der Public. Ind. V. vol.) ist ebenfalls ein wichtiger und für die Müllerei, wie für die Landwirthschaft unentbehrlicher Apparat. Er ist in der Zeichnung in Fig. 2 und 6 mit M bezeichnet und man erkennt hieraus den Raum, den er ungefähr in Anspruch nimmt. Seine Bestimmung ist bekanntlich, von dem guten Getraide Körner derselben Größe, die durch die vorigen Apparate geschlüpft sind, auszuscheiden. Um ihn so vollkommen als möglich zu machen und selbst dann anwenden zu können, wo keine Tarare und kein Siebcylinder vorausgegangen sind, wird von uns ein Ventilator l, ein ebener Emotteur m und ein ebenfalls ebenes Sieb n als Vertheiler damit verbunden.

Die gesammte Bewegungsübertragung ist so combinirt, daß, wenn man eine Hauptriemenscheibe anhält, auch die übrigen sofort stehen bleiben. Die senkrechte Welle der Tarare, die von der großen auf der langen liegenden Welle p sitzenden Scheibe k getrieben wird, überträgt ihre Bewegung einerseits an den Siebcylinder und andrerseits an den Emotteur. Letzterer treibt seinerseits den Elevator, und folglich hält man alle diese Maschinen an, wenn man die Bewegung der Tarare unterbricht. Ebenso ist es mit dem Vachon'schen Sottirer, der ebenfalls von einer liegenden Welle q aus getrieben wird, die mit der Welle p in Communication steht.

Von den Beutelvorrichtungen. — Das gesammte Mahlgut der Gänge wird, wie bereits erwähnt, in einer Eimerkette O bis zu dem höchsten Raum des Gebäudes erhoben. Solche Ketten sind einfach aus einem 8 bis 15 Centimeter breiten Riemen ohne Ende gebildet, an welchem von Zwischenraum zu Zwischenraum kleine Eimer aus Weißblech oder Leder angebracht sind. Der Riemen läuft über zwei Rollen r an horizontalen Axen, die an den Enden des Elevators liegen, und wovon die obere getrieben wird. Der ganze Apparat steckt in einer Holzlutte, die meist eine geneigte Lage hat, welche für das Entleeren geeigneter scheint.

Je nachdem die Eimer am obern Ende der Kette ankommen, schütten sie das Mahlgut in den Canal s und somit in die kreisförmige Kammer P, den Abkühler (chambre de rateau), in welcher langsam ein Rechen t, der aus einem starken hölzernen Querbaum mit schiefen Schaufeln besteht, umgeht und das Mahlgut gleichförmig über die ganze Fläche des Bodens ausbreitet. Bei dieser langsamen Fortbewegung und Umwendung kühlt sich das Mahlgut allmählig ab und eignet sich nunmehr zum Beuteln.

Der Rechen ist durch Stricke an einem obern Querbaum n befestigt, so daß er stets auf der Oberfläche des Mahlgutes schwimmt, das sich immer mehr und mehr anhäuft, wenn nicht gebeutelt wird. Man kann auf diese Weise die Schicht 1 bis 1,5 Meter stark werden lassen.

Welches auch immer die Zahl der Gänge einer Mühle

sei, man verändert doch die Geschwindigkeit der Elevatoren und Abkühler nicht wesentlich, nur die Dimensionen werden verändert. So macht man die Riemen des Elevators und die Eimer daran breiter und vermehrt den Durchmesser des Abkühlers.

Die mittlere Geschwindigkeit der Elevatoren ist 0,5 Meter pro. Secunde. Es erhalten daher die Riemenscheiben gewöhnlich 33 bis 35 Centimeter Durchmesser und machen 28 bis 30 Umdrehungen pro Minute. Man muß daher die Uebertragung entsprechend combiniren, um diese, weder zu schwere Elevatoren mit zu engstehenden Eimern gebende, noch zu viel Ausdünstung verursachende Geschwindigkeit zu erhalten.

Der Getreideelevator wird vom Emotteur aus getrieben, aber der Mehlelevator erhält seine Bewegung von der liegenden Welle p durch eine sehr kleine Riemenscheibe v und eine $2^1/_2$ bis 3 mal so große Scheibe v', welche auf der obern Rollenwelle des Elevators sitzt.

Die Eimer stehen 32 bis 35, mitunter auch 45 Centimeter von einander ab. Ihre Breite in der Richtung der Riemen beträgt für eine Mühle mit 4 Mahlgängen ungefähr 10 Centimeter, in der andern Richtung haben sie aber nur 5 Cent. im Mittel und ihre Tiefe varirt von 7 bis 9 Cent., so daß ihre Capacität 0,3 bis 0,4 Liter im Maximum nicht übersteigt. Mit der Geschwindigkeit von $^1/_2$ Meter pro Secunde ist dieser Fassungsraum mehr als hinreichend, denn da die Minimalleistung eines Mahlganges 15 Hektoliter oder 1200 Kilogrammes in 24 Stunden d. i. $\frac{1200}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 0{,}014$ Kilogr. pro Secunde beträgt, so werden 4 Gänge $4 \cdot 0{,}0014 = 0{,}056$ Kilogrammes pro Secunde liefern oder 0,07 bis 0,08 Liter Mehl, was kaum das Viertel von dem Fassungsraume der Eimer ist, und, da noch überdies in der Secunde mehrere Eimer vor den Austritt des Mehles gelangen, so sieht man, daß man die Quantität des Mahlgutes ohne Befürchtungen bis auf das Doppelte steigern könne, und daß also bei der höchsten Production von 0,12 bis 0,13 Liter pro Secunde die Eimer noch nicht zum Drittel gefüllt sind.

Bei dem Getreideelevator, dem man dieselben Dimensionen zu geben pflegt, sind die Eimer immer verhältnißmäßig voller, weil er nur wirkt, wenn die Reinigungsapparate in Thätigkeit sind, und er also das Doppelte heben muß, wenn er in 24 Stunden blos 12 Stunden geht. Wenn die Mahlgänge also im Maximum 75 bis 80 Grammes statt obiger 56 Grammes verarbeiten, so müßte der Getraideelevator mindestens 150 bis 160 Grammes d. i. ungefähr 18 bis 20 Liter fortschaffen, und hierzu müssen die Eimer bis zur Hälfte gefüllt sein. Da ihre Geschwindigkeit übrigens größer, als ihr Abstand von einander ist, so sind sie nie mehr als zur Hälfte voll.

Diese für 4 Gänge entsprechenden Dimensionen müs-

sen also bei 6 Gängen nur darin verändert werden, daß man 4 bis 5 Centimeter Breite bei den Riemen und Eimern zusetzt und, ist die Zahl der Mahlgänge noch beträchtlicher, so vermehrt man nur noch die Breite der Eimer in entsprechender Weise und behält die Riemenbreite bei.

Die Geschwindigkeit der Abkühler beträgt gewöhnlich nicht über 4 Umdrehungen pro Minute, aber man giebt ihnen 1,8 bis 2,5 oder 2,6 Meter Länge, jenachdem sie eine geringere oder größere Zahl von Gängen versorgen. Vorausgesetzt also, daß die Kammer 1,2 Meter hoch mit Mehl gefüllt ist, so beträgt der Inhalt 2 bis 3 Cubicmeter, und da nach dem Vorigen die Producte von 4 Mahlgängen 6000 Liter im Minimum und 9000 Liter im Maximum in 24 Stunden betragen, so ergiebt sich, daß im ersten Falle bei 1 Cubicmeter Inhalt das Mahlgut 6 bis 8 Stunden lang im Abkühler angehäuft werden kann, ohne die Beutelcylinder arbeiten zu lassen, daß man aber bei dem $1^1/_2$fachen Productionsquantum die Dimensionen des Abkühlers auf 2,5 bis 2,6 Meter vergrößern müsse. Um noch längerer Pausen eintreten lassen zu können, würde bisweilen die Herstellung von zwei Abkühlern anzuempfehlen sein.

Die senkrechte Welle des Rechens verlängert sich bis über die Decke der Kammern, um ein Winkelrad x zu tragen, das in einen sehr kleinen an einer horizontalen Welle x′ steckenden Pignon greift. An letzterer Welle sitzt auf dem andern Ende die große Riemenscheibe y, die von einer nur halb, bis ein Drittel so großen Scheibe y′, die auf der großen liegenden Welle p aufgeschoben ist, getrieben wird. Aus den Verhältnissen dieser Vorgelege läßt sich die gewünschte Geschwindigkeit des Abkühlers erzielen.

Gewöhnlich werden die Kammern der Abkühler aus fichtenen Brettern mit eichenem Gerüste hergestellt und haben eine Thüre zur Seite. Nach oben brauchen sie nicht verschlossen zu sein, doch pflegt sie Cartier oben mit einer Leinwandplane in 1,2 bis 1,5 Meter Höhe über dem Boden zu bedecken, um der Luft Zutritt zu gestatten und doch das Verstäuben zu verhüten.

In der Etage, die unmittelbar unter diesem Abkühler liegt, stehen nur die Beutelcylinder R, wovon jeder mit einem Reservoir z und einer dahin führenden Lutte z′ versehen sein muß. Letztere sind durch mit der Hand zu stellende Register verschlossen, um den Austritt in die Reservoirs zu reguliren, und diese haben einen, theils aus Holz, theils aus Metallgeflecht mit weiten Löchern gebildeten Boden, der nur das nicht zusammengebackene Mehl durchläßt, das alsdann in den obern Theil des Cylinderbeutels fällt, während die Klümpchen herausfallen, welche sonst das Beuteln stören würden.

Diese Schuhe oder Reservoirs werden schnell geschüttelt durch einen auf der Welle z′, die von der Hauptwelle des Cylinders getrieben wird, sitzenden Dreischlag und eine

hölzerne Feder zieht sie jederzeit wieder zurück. Da aber diese Erschütterungen ein unangenehmes Geräusch verursachen, so hat man auch hier die Aufgebevorrichtung vorgeschlagen, die über den Steinen von Conti angebracht worden ist.

Jede Beutelvorrichtung repräsentirt ein Prisma mit 6 oder 8 Flächen, das aus langen, schwachen Holzstäben, die von Zeit zu Zeit durch Kreuze mit der hölzernen Welle verbunden sind, besteht. Dieses Gerippe wird mit feiner, für die Steine passender Seide überzogen. In den Pariser Mühlen werden die feinsten Mehlsorten durch die Seidennummern 140 bis 160 (d. h. solche Seidengaze, wo auf 27 Millimeter oder 1 Zoll 140 Seidenfäden gehen) gebeutelt; etwas gröbere Sorten, Nr. 120—130 hat man mitunter am obern Ende. Die Seide muß sehr straff gespannt werden und wird am Besten mit Oesen befestigt.

Wollte man diesen Cylindern blos eine drehende Bewegung ertheilen, so würde das Mehl nicht durch die Maschen ihrer Gewebe fallen, und deshalb erzeugt man, theils durch kleine Klötzchen, welche an den hölzernen Kreuzen herabfallen können, theils durch hölzerne von außen auf die Cylinder schlagende Hämmer mit Federn Erschütterungen während der Umdrehung.

Auch diese Schläge erzeugen ein unangenehmes Geräusch, das man wie wir glauben, durch Anwendung größerer Durchmesser bei den Cylindern zum Theil würde vermeiden können. Bis jetzt nimmt man gewöhnlich 1 Meter als Durchmesser an, oder ein halbes Meter Seitenlänge bei sechseckigen Cylinderbeuteln. Gäbe man ihnen dagegen 1,5 bis 1,6 Meter Durchmesser, so würden die Seiten größer, das Mehl fiele höher herab und würde leichter ohne solche Stöße hindurchsieben.

Es ist zweckmäßig, die Cylinder ein wenig zu neigen, damit die Producte allmählig von einem Ende zum andern gelangen, und die gewöhnliche Neigung beträgt 4 Centimeter pro Meter.

Die Länge welche die Cylinderbeutel erhalten müssen, ist keine sehr bestimmte Größe und hängt zum Theil mit von der Art der Arbeit ab. Manche wollen hintereinander mehrere Cylinderbeutel zum Trocknen anwenden und Andre schicken direct die Substanzen der Mehlbeutel zu den Kleiebeuteln. In jedem Falle ist, wie man begreift, diese Länge nicht genau proportional der Zahl der thätigen Gänge und es giebt eine geringste Grenze, so wie man anderseits eine höchste Grenze nicht überschreiten darf, ohne in Uebertreibungen zu gerathen und Herstellung und Unterhaltung kostspielig zu machen. Man macht keinen Cylinderbeutel unter 2 Meter und über 6 bis 6,5 Meter lang, sondern zieht es vor, Beutel von der mittleren Länge von 3,25 bis 4,5 oder 5 Meter herzustellen und davon 2, 3 oder 4 anzuwenden, damit man auch während der Reparatur des einen arbeiten könne.

Für eine Mühle von 4 Mahlgängen langen 2 Mehlcylinder von 3,25 bis 3,5 Meter Länge völlig aus; man stellt sie parallel nebeneinander in ein Gehäuse S, wie es die Figuren zeigen. Dieses Gehäuse ist aus fichtenen Brettern mit harthölzernen Rahmen gefertigt und hat an der Seite Thüren, die durch einen Wirbel geschlossen werden; der Boden ist auch von dünnen Brettern und an den Kopfenden sind die Lager der Welle b', welche die Riemenscheibe c' trägt, die von der entsprechenden Scheibe c^2 der Welle p und den Winkelrädern d' umgetrieben wird, welche mit den größern Rädern an dem einen Ende der Beutel eingreifen. Diese Umsetzung ist so berechnet, daß die Letzteren nicht über 28 bis 30 Umdrehungen pro Minute machen, wenn ihr äußerer Durchmesser 1 Meter, oder der Abstand der parallelen Seiten 0,86 Meter beträgt. Man erhält sonach

$$\frac{13,14\ .\ 30.}{60} = 1,57 \text{ Meter}$$

Umfangsgeschwindigkeit in den Ecken und

$$\frac{0,86\ .\ 3,14\ .\ 30}{60} = 1,35 \text{ Meter}$$

Geschwindigkeit in den Mitteln der Seitenflächen, also im Mittel

$$\frac{1,57 + 1,35}{2} = 1,46 \text{ Meter pro Secunde.}$$

Im Innern des Kastens sind zwei schiefe Ebenen hergestellt, auf welche das Mehl fällt, und wenn die Mehlkammer T nicht direct, sondern in einiger Entfernung von den Beuteln liegt, so bringt man unter diesen Brettern eine der Länge nach darunter weglaufende Schraube ohne Ende an, die alsdann alles Mehl an das eine Ende oder noch weiter fördert. Diese Einrichtung muß man auch treffen, wenn man in dem Gebäude nicht den nöthigen Raum, oder die nöthigen Etagen besitzt, um diese Mehlkammer unter den Cylindern anzulegen, doch bedarf man dann noch überdies eines Elevators, welcher das Mehl vom Boden der Beutel nach dem obern Theile der Kammer erhebt. Man muß sich dann so einrichten, daß dieser Elevator und seine Schnecke ihre Bewegung von der einen Cylinderwelle erhalten, um mit den Beuteln gleichzeitig still zu stehen. Fast gleichzeitig mit der Einführung der amerikanischen Mühlen aus England hat man auch die Beutelmaschinen mit Bürsten herübergebracht, die mit Eisenblech beschlagen waren. Indessen wurden sie vieler Uebelstände halber, namentlich ihres schweren Ganges wegen bald verlassen, und werden blos noch für grobe Substanzen, wie Gyps, Knochenmehl u. s. w. angewendet.

In den letzten Zeiten hat man mancherlei Verbesserungen an den Cylinderbeuteln vorgeschlagen, aber die Erfahrung hat über sie noch nicht entschieden.

Die Rückstände, welche nicht durch die Seide gehen,

und am untern Ende ankommen bestehen aus Graupen und Kleien verschiedener Art. Auch diese muß man noch trennen, um einerseits die Graupen wieder zu vermahlen und andererseits die Kleie und das Aftermehl zu sortiren.

In der Etage unter den Mehlcylindern und nahe bei der Mehlkammer stellt man, wo es möglich ist, ohne die Arbeit zu stören, den großen Cylinder R', den Kleiebeutel, auf, der niemals unter 5 Meter, öfters aber 6,4 und 7 bis 7,5 Meter Länge erhält. Sein vordres Ende entspricht dem untern Ende der ersten Cylinder, um direct die dort fallenden Rückstände aufzunehmen, wo man nämlich nicht wegen beschränkten Raumes das Aufgeben durch eine Schnecke besorgen muß.

Das Gerippe dieser Beutel ist genau so wie dasjenige der andern Art, aber es ist nicht mit so feiner Seide überzogen, sondern hat am obern Ende nur die Nummern 80 bis 100 und selbst weniger, um die Graupen durchzulassen, während die übrige Länge mit Leinwand in Blättern von verschiedener Feinheit bekleidet ist, um die feine Kleie, grobe Kleie und das Aftermehl passiren zu lassen.

Die Neigung der Axe ist dieselbe, als bei Ersteren, aber in umgekehrter Richtung, wie man aus Fig. 6 ersieht. Mit Ausnahme der Länge sind auch die übrigen Dimensionen geblieben, so wie die Umdrehungsgeschwindigkeit. Um diesen Cylinder zu bewegen, schiebt man eine Riemenscheibe f' auf die Axe des Mehlcylinders und legt über sie einen Riemen nach der Scheibe g', die auf dem entsprechenden Ende der Welle des Kleiebeutels sitzt. Aus Vorsicht werden zwei ähnliche Scheiben f' aufgesetzt, damit der Kleiebeutel für den Fall, wo der eine Mehlbeutel angehalten wäre, von dem anderen seine Bewegung entnehmen könne. Wenn man auch die Cylinder nicht so aufstellen kann, als hier projectirt ist, so muß man doch die Uebertragung der Bewegung so combiniren, daß ein Mehlcylinder einen Kleiecylinder bewegt und die Umdrehungsgeschwindigkeit nicht 28 bis 30 Umdrehungen pro Minute übertrifft. Der Kleiecylinder ist in einen Kasten S' von schwachen Bretern mi Rahmen an den Enden und im Mittel eingeschlossen und die Zapfen der Welle ruhen auf Angewellen in den Rahmen der beiden Endwände. Der Boden ist ganz offen und darunter befinden sich große Gemächer U (Fig. 6 und 7) die durch einfache Holzwände in besondre Abtheilungen für die verschiedenen Sorten getrennt werden.

Die Graupen, welche noch eine gewisse Menge Mehl enthalten, werden bei größeren Mühlen auf einem besonderen Gange, der mit den übrigen nicht zusammenhängt, vermahlen. Das hierbei fallende Mehl wird nicht mit demjenigen des Getraides gemischt, sondern wird direct von einem Elevator V aufgenommen, der es nach einem zweiten Abkühler X von gleicher Construction, aber geringeren Dimensionen, als der andere, emporhebt. Die Bewegungs-

übertragung ist hier ebenso getroffen, und wird von der liegenden Welle p aus abgeleitet. Man läßt in der Kammer eine größere Mehlmenge aufwachsen und besorgt das Beuteln durch den Cylinder R^2, welcher Mehl von Kleie scheidet und durch einen Cylinder R^3, welcher die Letztere beutelt und sortirt. Das Mehl wird theils in unmittelbar darunterstehenden Säcken aufgefangen, theils in einer besonders dazu bestimmten Kammer T', wenn auch der Müller oft einen Theil dieses Mehles unter das andere Feinmehl mengt. Man erhält aber in der Regel nur Mehl von zweiter und dritter Qualität aus diesen Graupen und sollte daher diese Vermengung mit dem Mehl der feinsten Sorte vermeiden.

Die Mehlkammern sind gewöhnlich sehr groß, um darin viel Mehl ansammeln zu können, das man nur zu gewissen Tageszeiten in Säcke packt. Letztere Operation geschieht sehr einfach durch die Sackmaschine Z, die unmittelbar am Boden angebracht wird und aus einem hölzernen oder blechernen an beiden Enden offenen Cylinder mit einer kreisförmigen Klappe besteht, die mit der Hand leicht geöffnet oder geschlossen wird. Der untere Rand des Cylinders hat einen gußeisernen Wulst, um den man die Ränder des Sackes schlägt und durch einen eignen Mechanismus befestigt. Der so aufgespannte Sack füllt sich beim Oeffnen der Klappe sehr schnell und durch einen Griff an die Handhabe des erwähnten Mechanismus zur Befestigung des Sackes wird dieser gelöst.

Vom Sackzuge. — Ein sehr nützlicher Hülfsapparat für Mühlen ist der Sackzug zum Aufwinden der Getraidesäcke und andrer Lasten in die obern Etagen des Gebäudes. Er besteht einfach aus einem hölzernen Wellbaum Y mit eiserner Achse, die an dem einen Ende eine Schnurenscheibe i' trägt, welche durch einen starken doppelten Riemen mit Spannrolle j' mit der Scheibe i^2 verbunden ist. Die Spannrolle j' sitzt an einer Hülsswelle mit dem eisernen Hebel k', an dessen Ende eine Schnur befestigt ist, welche durch Leitrollen in jeder Etage zum Anziehen vorgerichtet ist. Die Welle der Rolle i^2 trägt ein Winkelrad l', welches von dem Rade l^2 am Ende der stehenden Welle beständig umgetrieben wird. Will man also einen Sack herauf schaffen lassen, so befestigt man ihn am Ende des auf dem Wellbaum i' sich aufwickelnden Seiles, und zieht die Schnure an dem Hebel k' an, um die Spannrolle j an die Riemen anzudrücken und dadurch die Bewegung der Welle i^2 an i' überzutragen; ist der Sack angekommen, so läßt man das Seil schlaff und der Sack hält fest, worauf derselbe hereingezogen und auf einen Karren gestellt wird, auf welchem man ihn weiter fährt.

Doppelte Fallthüren m' lassen in jeder Etage die Säcke passiren, und fallen dann wieder von selbst zu; sie haben lederne Charniere und ein Loch im Mittel für das Seil.

Eine ähnliche Fallthüre m^2 ermöglicht das Aufziehen von außen und zu diesem Ende geht ein zweites Seil vom Rundbaume über Leitrollen nach dem höchsten Punkte des Gebäudes. In bedeutenderen Mühlen stellt man dazu einen besondern, in demselben Gestelle liegenden Rundbaum her.

Die Geschwindigkeit der Aufzüge darf nicht zu groß sein, um einestheils die Handhabung zu erleichtern und andrerseits den Motor nicht zu sehr zu belasten. Ein Sack, welcher beispielsweise 150 Kilogrammes wiegt, würde z. B. zwei Pferdekräfte (ohne Berücksichtigung der Reibungen und Seilbiegungswiderstände) kosten, wenn er mit 1 Meter Geschwindigkeit aufgewunden würde, d. h. also sein Widerstand würde demjenigen von mindestens einem Gange gleich kommen. Man giebt daher im Mittel nicht über 0,5 Meter Geschwindigkeit und macht bei kleinen Mühlen von 1 bis 2 Gängen dieselbe noch geringer.

Man muß übrigens Rundbäume von zu geringem Durchmesser vermeiden, weil sie die Seile sehr abnützen und ein mehrfaches Uebereinanderwinden verursachen; unter 20 Centimeter Durchmesser anzunehmen, ist also fehlerhaft und besser ist es, 32 bis 38 Centimeter zu geben. Haben sie 1 Meter Umfang, so erhält man für 0,5 Meter Geschwindigkeit

$$\frac{0,5 \,.\, 60}{1} = 30 \text{ Umdrehungen pro Minute.}$$

Unter Durchmesser ist übrigens der Durchmesser des Rundbaums incl. aufgewickeltem Seil zu verstehen, und da das Seil gewöhnlich 25 bis 30 Millimeters stark ist, so ist, für einen Durchmesser von 32 Centimeter also nur ein Rundbaum von 0,32 — 0,03 = 0,29 Meter nöthig.

Uebertragung der Bewegung. — Um die verschiedenen beschriebenen Apparate zu bewegen, legt man gewöhnlich über, oder besser, unter die letzte Decke des Gebäudes eine oder mehrere liegende Wellen p p', die ihrerseits ihre Bewegung von einer stehenden, aus dem Parterre bis hinauf reichenden Königswelle g' erhalten. (Fig. 6 und 7.) Dieselbe ist in der Regel die Verlängerung der Welle, die das große Stirnrad, welches in die Mühleisengetriebe greift, trägt, und wird aus soviel Stücken zusammengesetzt als es Etagen giebt, weniger eine. Die Verbindung geschieht durch Müffe und die Leitung durch Halslager in jeder Etage. Diese Wellen werden oft von Schmiedeeisen hergestellt, da die gußeisernen schwerer ausfallen und mehr Reibung verursachen. Wir ziehen es vor, diese Welle unabhängig zu machen von der Getriebewelle der Gänge, und sie durch besondre Vorgelege mit der Welle der Umtriebsmaschine zu verbinden.

Gegen das obere Ende der Königswelle unter dem letzten Boden wird das conische Rad n' von 1 bis 1,5 Me-

ter Durchmesser mit Holzzähnen aufgesteckt, in welches man ein oder zwei kleinere Getriebe o' eingreifen läßt, welche die liegenden Wellen p p' zu beiden Seiten betreiben. Um die erforderliche Geschwindigkeit der Reinigungsmaschine zu erhalten, muß man diesen Wellen eine ziemlich bedeutende Umdrehungszahl von 120 bis 130 Umdrehungen pro Minute geben, wobei man noch den Vortheil hat, die Stärke der Zapfen und folglich auch diejenige der Lager bedeutend geringer annehmen zu können.

In der dargestellten Mühle macht die Königswelle und also auch das Rad n' 30 Umdrehungen pro Minute und um den Wellen p p' 120 Umdrehungen mitzutheilen, muß also das Rad n' den vierfachen Durchmesser der Getriebe o besitzen, oder Letztere können nur

$$\frac{1{,}3}{4} = 0{,}325 \text{ Meter Durchmesser}$$

erhalten. Bei stärkeren Mühlen von 7 bis 8 Gängen thut man wohl, größere Getriebe mit breiten Zähnen anzuwenden, und wir geben daher 2 Meter und 0,4 bis 0,5 Meter Durchmesser mit Zähnen von 14 bis 15 Centimeter Breite. Bei solchen Dimensionen beträgt die Umfangsgeschwindigkeit des großen Rades bei 30 Umdrehungen

$$\frac{2 \,.\, 3{,}14 \,.\, 30}{60} = 3{,}14 \text{ Meter pro Secunde,}$$

wobei der Druck in den Zähnen nur gering ist, sonach nur eine geringe Abnutzung stattfinden kann. Ist z. B. die zu übertragende Arbeit 4 Pferdekräfte, so beträgt dieser Druck nur

$$\frac{4 \,.\, 75}{3{,}14} = 95{,}54 \text{ Kilogr.}$$

und weil bei richtiger Verzahnung stets wenigstens 2 Zähne in Contact sind, so reducirt sich der Druck pro Zahn auf

$$\frac{95{,}54}{2} = 47{,}77 \text{ Kilogr.}$$

oder ungefähr 3 Kilogr. pro Quadratcentimeter Fläche. Wäre dagegen der Durchmesser nur 1 Meter, so wäre ein doppelter Druck und also auch eine doppelte Abnutzung zu erwarten. Die Räder von geringerem Durchmesser gewähren also keine Vortheile, weil die Unterhaltungskosten größer und Reparaturen häufiger sein werden.

Wenn man nun im Allgemeinen schon in der Construction der verschiedenen Theile sorgfältig zu Werke gehen muß, so muß dies bei den hauptsächlichsten Bewegungsübertragungen noch besonders in erhöhtem Maaßstabe geschehen. Man kann beim Räderwerke nicht nur gewöhnlich die Zahnstärken geringer annehmen, als unter den Mühlenbauern früher üblich war, sondern man suche auch durch Vergrößerung des Raddurchmessers und der Zahnbreite ein besseres Eingreifen der Zähne, einen leichteren Gang, geringere Abnutzung und ruhiges, geräuschloses Arbeiten der Zahnräder zu erhalten.

Kostenanschlag für eine Mühle nach amerikanischem System.

Ohne Zweifel hätten oft Processe und andre Widerwärtigkeiten bei Anlagen solcher Art vermieden werden können, wenn man vor dem Abschluß des Contractes über den Bau einer solchen Mühle sorgfältig alle Gegenstände, die dazu gehören specificirt hätte. Es muß daher von dem Erbauer nicht nur ein vorläufiger Plan, sondern auch ein detaillirter Anschlag über die Größe der verschiedenen Theile entworfen werden, wenn Unternehmer und Besitzer sich gehörig verständigen wollen.

Als Probestück geben wir folgenden

Anschlag für eine Mühle nach amerikanischem System mit 4 Gängen, Radvorgelege und Kopfrade.

1. Ein Wasserrad mit Schaufeln von 5,6 Meter äußerem Durchmesser und 3,5 Meter Weite, auf einer eichenen Welle mit 2 gußeisernen Zapfen, 3 gußeisernen Kränzen zu 10 Armen, eichenen Stelzen und 36 buchenen oder eichenen Schaufeln nebst Nägeln; ferner 2 gußeiserne Zapfenlager mit Lagerplatten, broncenen Lagern und Befestigungsschrauben. (Bisweilen wird auch ein Hebezeug zum Ausheben der Welle bei Reparaturen geliefert, doch muß dies besonders bemerkt werden.)

2. Die Schützenvorrichtung für das Rad, bestehend aus 2 Säulen und dem Holm von Eiche, einer 3,6 Meter breiten eichenen Schütze, 2 Zahnstangen, 2 Getrieben, 2 Rollen mit Wellen und Zapfenlagern, einem Stirnrade und seinem Getriebe nebst Kurbel, Auflagerungen und Schrauben.

Eine Ueberfallsschwelle (col de cygne) aus Gußeisen, 3,6 Meter lang, abgehobelt auf der obern Seite und auf Hölzern, die in der Mauer befestigt sind, aufgeschraubt. (Es ist genau zu bestimmen, wer die hölzernen Stücke zu liefern hat.)

3. Ein Freifluther A' (Fig. 1) in 2 Theilen, je 1 Meter weit mit 2 Zahnstangen und Getrieben (oder 2 Schrauben mit Muttern), Supports und Lagern, 3 Säulen und 1 Holm von Eiche, Nägeln und Schrauben, einem Rechen aus 16 oder 18 Stäben von Flacheisen, mit Handhabe und 2 hölzernen Querstangen.

4. Ein großes Zahnrad aus Segmenten, welches auf einen der Kränze des Wasserrades aufgeschraubt wird, mit 4,25 Meter Durchmesser, innre Verzahnung, bloser Guß ohne auf der Maschine geschnitten zu sein. (Bisweilen wendet man statt dessen ein Rad mit 6 oder 8 Armen auf der Welle innerhalb des Gebäudes an, welches Holzzähne enthält. Dies ist aber theurer.) Ein Getriebe von Gußeisen, 1 Meter im Durchmesser, welches in voriges Rad greift;

ausgebohrt und mit einer Nuth und zwei Preßschrauben zur Befestigung versehen.

5. Eine liegende, hohle gußeiserne Welle, 2,75 Meter lang, mit abgedrehten Zapfen und Radsitzen und zwei schmiedeeisernen Schlüsseln, 2 gußeiserne Lager mit Platten, Deckeln, Lagerklötzchen und Schrauben; ein conisches Rad von Gußeisen, 1,8 bis 2 Meter im Durchmesser, abgedreht, aufgeschliffen und mit Zähnen von hartem Holz, mit Nuth und zwei Preßschrauben versehen. (Von diesem Rade an muß in den Verzahnungen auf sorgfältige Ausführung gesehen werden.)

6. Ein conisches Getriebe, 0,7 bis 0,75 Meter hoch, mit abgedrehten und auf der Maschine geschnittenen Zähnen; eine stehende hohle gußeiserne Welle von 2 Meter Höhe, ganz abgedreht, und an beiden Enden abgeschliffen, 2 falschen Zapfen (der eine zum Einwechseln) verstählt und in das untere Ende eingepaßt, ein Zapfenständer von Gußeisen, mit ausgebohrter Büchse von Gußeisen und bronceener Pfanne, 2 stählernen Plättchen (eins zum Einwechseln) Centrirschrauben, Befestigungsschrauben und dergl., ein gußeisernes Kreuz mit 4 Armen, verbunden mit dem Gerüste und 3 oder 4 Lager von Bronce für den Hals der stehenden Welle enthaltend nebst Keilen oder Preßschrauben. (Dieses Kreuz bekommt so viel Arme, als man Gänge zählt.

7. Ein großes horizontales Stirnrad, äußerlich abgedreht, 2,2 bis 2,3 Meter im Durchmesser, mit seiner hölzernen Zahnung, nach der Theilscheibe geschnitten, an der senkrechten Welle durch einen Schlüssel und zwei Preßschrauben befestigt; 4 Getriebe an den Mühleisen von Gußeisen, abgedreht, ausgebohrt, sogfältig getheilt und geschnitten. (Hierauf ist die größte Sorgfalt zu verwenden. Bei der Herstellung mit der Zahnschneidemaschine kann man die Theilung bis auf 25 Millimeter, bei 8 bis 10 Centimeter Breite der Zähne, reduciren).

8. Vier Mühleisen, 1,5 bis 1,6 Meter hoch, von Gußeisen, ganz abgedreht, mit 4 verstählten Zapfen und 8 ebenfalls stahlhart gemachten falschen Zapfen (4 zum Einwechseln); 4 gußeiserne Büchsen mit Bronzelagern und Keilen mit Schraube als Halslager, 4 gußeiserne Hauen und 4 Flügel dazu zur Verbindung der Eisen mit den Läufern nebst den schüsselförmigen Hüten zur Aufnahme des Getraides; 4 schmiedeeiserne Zugstangen mit angeschnittenen Schrauben und 4 gußeisernen Hebeln zum Heben der Steine mit kleinen Schwungkurbeln. (Dies gilt für die Einrichtung, wo man oben bei den Steinen stellen will.)

9. Vier hohle, durchbrochene Ständer zu dem Gerüste, für jeden Gang einer nebst den Archen für die Bodensteine mit gußeisernem Dreifuß und Stell- und Centrir-Schrauben, 4 gußeiserne Pfannenlager am Boden und innerhalb der Ständer, jedes mit einer gußeisernen, ausgebohrten Büchse mit bronzener Pfanne und zwei stählernen Plättchen (eins

zum Wechseln) versehen, um die Zapfen der Mühleisen aufzunehmen, nebst Centrir- und Befestigungsschrauben. (Art des Gerüstes und Material desselben muß genau specificirt werden.)

10. Vier Archen von Holz (oder Blech) als Mantel um die Steine; 4 Vertheiler für das Getraide aus dünnem, polirten Kupferblech, nebst Deckel, Röhren von Kupfer (oder Zink) mit Klappen, gußeisernen Trägern und Stellschrauben; 1 kreisförmiger Mehlrecipient mit 3 schmiedeeisernen Armen für die Schaufeln an einer gußeisernen Nabe; eine kurze Schnecke zum Fortschaffen des Mehles nach dem Elevator. (Es wird angenommen, daß der Mehlrecipient innerhalb des Gerüstes in der Höhe des Bodensteines angebracht sei; sind dagegen die Gänge reihenweise aufgestellt, so wendet man dafür eine Schnecke oder einen über 2 Rollen gelegten Riemen ohne Ende an, der entweder in der Sohle der Steine oder nahe über oder unter der Haussohle liegt, in welchem letzteren Falle noch hölzerne oder Zinkblech-Lutten erforderlich sind.)

Die sogenannten Haupttheile des Mechanismus sind meist in obigen Artikeln enthalten; werden auch noch die Reinigungs- und Beutel-Maschinen verlangt, so sind diese weiter noch zu detailliren.

11. Eine stehende schmiedeeiserne Königswelle 8 Centimeter stark, die von der Sohle der Steine bis zur letzten Etage reicht und aus vier durch Müffe zusammengekuppelten, vollständig abgedrehten (oder auch blos in den Zapfen und Radsitzen abgedrehten) Theilen besteht, mit 4 gußeisernen Standlagern in den 4 Etagen nebst Lagerbacken von Holz (oder Bronce) und Centrir- und Befestigungsschrauben. (Wenn die Königswelle nicht die Fortsetzung der Hauptbetriebswelle ist, so reicht sie bis zu der Vorgelegswelle hinab, um von ihr durch ein conisches Vorgelege mit abgedrehten und auf der Maschine geschnittenen Rädern mit Holz- und Eisenkämmen getrieben zu werden. Diese Theile nebst zugehörigen Lagern &c. treten dann noch dazu.)

12. Ein conisches Rad von Gußeisen abgedreht, mit Holzzähnen, 1,3 bis 1,5 Meter im Durchmesser, auf die Königswelle aufgepaßt; 2 conische Getriebe von Gußeisen, abgedreht und geschnitten, 0,4 bis 0,5 Meter im Durchmesser; 2 liegende schmiedeeiserne Wellen von 0,06 Meter Stärke, aus mehreren zusammengekuppelten Stücken bestehend, ganz abgedreht, in gußeisernen Lagern mit hölzernen (oder bronceenen) Backen ruhend, und die nöthigen Riemenscheiben zum Betriebe der Reinigungs- und Beutel-Maschinen tragend. (Es ist oft gut, diese Theile so einzurichten, daß man das eine der Getriebe ausrücken kann, und deshalb macht man lieber die Zapfenlager in der Nähe der Getriebe löslich, als eine lösliche Kuppelung.)

13. Ein Reinigungsapparat, bestehend 1. aus einem ver-

ticalen Cylinder (tarare) von 1,3 Meter Höhe und 0,6 Meter Durchmesser, mit einem in 2 Theile zerlegbaren Mantel mit aufgehauenem Blech; hölzernes Gerüst, 2 oben und unten angebrachte Ventilatoren, Wellen, Verzahnungen, Riemenscheiben und Lager; 2) aus einem Siebcylinder (emotteur) von Eisenblech, 1,3 Meter lang, mit blechernem Mantel, hölzernem Geripp, Rohr von Zink oder Weißblech, schmiedeeiserner Axe, Rollen und Rädern; 3) aus einem Elevator mit Riemen, Eimern, Riemenscheiben, Axen und Lagern, nebst Aufgeber (anzugeben, ob das Gehäuse mit geliefert wird); 4) aus einem Sortiercylinder (cylindre cribleur) von 4 bis 4,5 Meter Länge aus gelöchertem Blech mit halbkreisförmiger Mulde und hölzernem Gestell, Blechschaufeln, Wellen, Getriebe und Riemenscheiben, Lagern und Schrauben. (Anderweite Maschinen z. B. eine zweite Tarare oder eine Ramonerie, ein Aumachcylinder, eine zweite Eimerkette oder Schnecke sind ebenso zu specificiren.)

14. Ein mechanisches Schüttelsieb (trieur) nach Vachon mit (oder ohne) Ventilator, Emotteur und Vertheiler, Elevator und den nöthigen Getrieben.

15. Ein Quetschwerk mit zwei hohlen gußeisernen Walzen, Vertheilungscylinder, Getraiderumpf nebst Schütze und Stellschraube, Abstreichern, gußeisernem Gerüst, beweglichen Zapfenlagern, gußeisernen Stirnrädern und zwei starken, gutgearbeiteten Zahnrädern zur Verbindung mit der Königswelle.

16. Ein großer Mehlelevator von den Gängen bis unter das Dach, mit 10 Centimeter breiten Riemen ohne Ende, gußeisernen Scheiben, ledernen (oder weißblechernen) Eimern, nebst Axen, Lagern und Getrieben; ein Rechen nebst Lager, schmiedeeiserner Welle und Getrieben aus Feinguß, Schrauben u. dergl. für den Abkühler. (Die Tischlerarbeiten werden an Ort und Stelle gemacht).

17. Zwei Mehlbeutelcylinder, 3,5 Meter lang bei 1 Meter Durchmesser in einem Gehäuse, nebst (oder ohne) Seide, hölzerne Wellen und Klötzchen, schmiedeeiserne Sterne; eine liegende Welle, 2 Paar conische Räder, Scheiben, Lager von Gußeisen mit Backen von Holz (oder Bronce); 2 hölzerne Kasten und 2 kleine Rümpfe nebst Transmission; ein großer Kasten mit Geripp von Eichenholz mit geneigten Bretern. (Anzudeuten, wenn man den Kasten nicht liefert.)

18. Einen großen Kleiecylinder, 6 bis 7 Meter lang und 1 Meter im Durchmesser, mit (oder ohne) Ueberzug; hölzerne Welle, eiserne Zapfen, Rollen und Lager von Gußeisen; ein Gehäuse von weichem Holz mit harthölzernen Rahmen.

19. Ein Elevator für die Graupen, aus der ersten Etage bis in die letzte reichend, wie oben; ein Abkühler, wie in Artikel 16.

20. Ein Graupenbeutel, 3,5 Meter lang, mit (oder ohne) Seide nebst Zubehör wie oben; ein zweiter Kleiebeutel, 5 bis 6 Meter lang und ebenso ausgerüstet u. s. w. (Anzudeuten, ob Schnecken oder Elevatoren mit vorkommen.)

21. Ein Sackzug mit hölzernem (oder gußeisernem) Rundbaum, mit schmiedeeiserner Axe, mit einer liegenden abgedrehten Welle nebst zwei conischen Rädern und zwei starken Riemenscheiben mit Rinne nebst (oder ohne) Riemen, Spannrolle nebst Axe und Hebel, gußeisernes Gerüst und Leitrollen. (Seil und Fallthüren werden nicht geliefert, doch ist dies anzudeuten).

Zu den verschiedenen Transmissionen werden bedeutende Mengen Riemen von verschiedenen Breiten und Längen erfordert, die in Summa 800 bis 1500 Frcs. und mehr kosten können. Es müssen also hierüber bestimmte Verträge abgeschlossen werden.

Der Erbauer hat auch noch einige accessorische Maschinen in seinen Anschlag mit aufzunehmen. Dergleichen sind:

22. Ein Kranich zum Ausheben der Steine, aus einem schmiedeeisernen Bügel, einer Schraube mit vierkantigen Gängen und der Mutter aus Bronce, dem eichenen Galgen nebst Zapfenstift und Pfanne. (Die Kraniche, welche transportirt werden können, sind Flaschenzügen sehr vorzuziehen). Ein Geschwindigkeitsmesser mit Schwungkugeln, Zeiger und Klingelzug. Ein sehr sorgfältig gearbeitetes gußeisernes Normallineal zum Justiren der beim Schärfen angewendeten hölzernen Lineale, in einem eichenen Futterale. Zwei oder mehrere Packmaschinen. Eine Winde zum Ausrücken der Mühlgetriebe.

Andere dahin gehörige Vorrichtungen, wie die Karren für die Säcke, eine große Waage, mehrere Sätze Hämmer und eine Schärfmaschine, eine Setzlibelle, kleine hölzerne Lineale, Schleifsteine und dergleichen hat der Eigenthümer anzuschaffen.

Man ersieht aus obigem Anschlage, daß wir die Anschaffung der Steine dem Müller selbst überlassen, da er das größte Interesse haben muß, sie untadelhaft zu erlangen. Die Tischler- und Zimmermannsarbeiten, wie die Rümpfe, Mehlkammern, Dielungen werden an Ort und Stelle gemacht und ebensowenig die Mauerarbeiten (excl. Gebäude) wie das Radgerinne, die Fundamentirung des Gerüstes und anderer Supports in den Contract aufgenommen. Sie werden vom Eigenthümer getragen, aber nach Anweisung und unter der Leitung des Monteurs ausgeführt.

Obigem Anschlage Preise beizufügen, scheint bei der großen Verschiedenheit derselben in den verschiedenen Maschinenbauanstalten sehr schwer. Concurrenzen drücken dieselben sehr herunter und die Angebote von unwissenden Baugewerken sind daher oft nur halb so hoch, als die Forderungen gewissenhafter Maschinenbauer. Und doch, wenn man die Menge der beweglichen Theile übersieht, so be-

greift man, welche kostbaren Reparaturen, welche überflüssigen Reibungen und Kraftverluste eintreten müssen, wenn diese Theile mangelhaft ausgeführt sind. Erfahrene Maschinenbauer mit gut ausgerüsteten Werkstätten müssen also von intelligenten Mühlenbesitzern jederzeit den Vorzug erhalten.

Einige annähernde Angaben dürften indessen doch hier noch Platz finden, um wenigstens vorläufige Anschläge entwerfen zu können.

1. Der Preis des Wasserrades nebst Schütze (die 3 ersten Artikel) beträgt 3000 bis 5000 Frcs.

2. Der Preis der hauptsächlichsten Transmission (Artikel 4 bis 10) kann 10,000 bis 12,000 Francs, also 2500 bis 3000 Francs pro Gang erreichen, und die Steine kosten 600 bis 700 Frcs. das Paar. Das Totalgewicht dieser Transmission ist 10 bis 12,000 Kilogrammes. Bei Riemenvorgelege kann der Preis 1000 bis 1500 Frcs. mehr betragen.

3. Die in Artikel 11 bis 13 enthaltenen Gegenstände kosten ungefähr 3000 bis 3500 Frcs.

4. Die Beutel und Zubehör (Artikel 16 bis 21) kosten 4000 bis 4500 Frcs.

5. Für die einzelnen Gegenstände, die in Artikel 22 aufgezählt werden, sind 700 bis 800 Frcs. anzusetzen.

Ueberdies hat man für die Aufstellung aller dieser Maschinen 800 bis 900 Frcs. anzuschlagen und die Transportkosten sind ebenfalls noch extra zu berechnen.

Bemerkung. — Schließlich wäre noch zu bemerken, daß man die Gebäude für Mühlenanlagen recht geräumig annehmen möge, nicht nur um die Maschinen und Apparate bequem aufstellen und so anbringen zu können, daß sie den Betrieb nicht stören, sondern um auch einen größern Raum zum Aufbewahren von Getraide und Mehl frei zu behalten. Denn so bedeutend eine Mühle sein möge, so kann doch nicht alle Tage Getraide angeliefert werden, sondern es müssen immer wenigstens für eine Woche Vorräthe vorhanden sein. Wo man also nur 60 bis 80 Hektoliter in 24 Stunden verarbeitet, da hat man schon 420 bis 560 Hektoliter aufzuspeichern. Ebenso ist es mit den Producten, welche nicht alle Tage verkauft werden, und daher Platz zur Aufbewahrung beanspruchen.

Da nun in einer Mühle der beschriebenen Art das Parterre fast jederzeit von der Umtriebsmaschine, den hauptsächlichsten Transmissionen und der Wohnung des Müllers oder Werkführers besetzt ist, die erste Etage zum großen Theil von den Kleiekästen, Packkammern und den Kammern der in der Mühle schlafenden Mühlburschen, die zweite und dritte Etage aber von den Cylinderbeuteln, Mehlkammern, Getraiderümpfen, Elevatoren und so weiter eingenommen werden, so ergiebt sich, daß zu Vorrathskammern für Getraide nur noch in der letzten Etage disponibler Raum vorhanden ist, und daß man in den übrigen hinreichenden Raum behalten muß, um Mehl und andre Producte bei Seite zu stellen, und man überschlägt, daß ein Gebäude von 10 bis 12 Meter Tiefe auf 19 bis 20 Meter Länge höchstens für eine Mühle von 4 Gängen hinreichend ist.

Die Instrumente und Werkzeuge der höheren und niederen Meßkunst,

sowie der geometrischen Zeichenkunst, ihre Theorie, Construction, Gebrauch und Prüfung.

Zum Unterricht und Selbststudium bearbeitet

von

C. F. Schneitler, Civilingenieur.

Mit 213 Figuren in Holzschnitten. Leipzig 1848. B. G. Teubner. (16 Bogen).

Unter vorstehendem Titel ist vor Kurzem ein Werk erschienen, das zu dem Besten gehört, was seit langer Zeit in dem Gebiete der geodätischen Literatur veröffentlicht worden ist und der Gewinn, welcher dem deutschen Ingenieur daraus erwächst, um so höher anzuschlagen, eine je größere Wichtigkeit die Geodäsie überhaupt in neuerer Zeit durch die Ausbreitung der Eisenbahnen erlangt hat und je fühlbarer der Mangel an einem Werke war, welches, wie das vorliegende, mit einer Beschreibung und gruppenweisen Nebeneinanderstellung der in der höheren und niederen Meßkunst Anwendung findenden Instrumente und Werkzeuge eine, wie aus dem Werke selbst hervorgeht, auf praktische Erfahrungen gegründete kritische Würdigung derselben verbindet. Die Methode, welche bei Behandlung des im vorliegenden Werke verarbeiteten Stoffes befolgt worden ist, ist in den so eben ausgesprochenen Worten angedeutet, die Behandlung des Stoffes selbst aber der Art, daß das Buch von eben so großem Nutzen für den

Anfänger, wie für den practischen Geodäten ist, der bei Anschaffung von Instrumenten einen Rathgeber sucht.

Das ganze Werk zerfällt in einen Haupttheil: „die Instrumente und Werkzeuge" und einen recht dankenswerthen zweiten Theil: „die Conservation der Instrumente." In einem Anhange ist 1) ein Verzeichniß der Preise der Instrumente und Werkzeuge der gesammten Meßkunst und 2) eine Tabelle der bekanntesten Längenmaße beigefügt.

Der Haupttheil behandelt:

A. Die Instrumente und Werkzeuge zum Abstecken und Messen der Linien.

B. Die Instrumente zum Abstecken und Messen horizontaler Winkel.

C. Instrumente zum Messen verticaler Linien und Winkel.

D. Nivellirinstrumente.

E. Instrumente und Hülfsmittel zur graphischen Darstellung und geometrischen Bezeichnung des Gemessenen.

Im Abschnitte B vermissen wir ein für den Bergingenieur wichtiges Instrument, das nach seinem Erfinder, Herrn Kunstmeister Braunsdorf in Freiberg, das Braunsdorf'sche Hängezeug heißt und beim Markscheiden in magnetischem Gebirge oder in der Nähe großer Eisenmassen (unterirdischen Eisenbahnen) benutzt wird, wenn das gewöhnliche Hängezeug nicht mehr anwendbar ist *).

Wir empfehlen Ingenieuren, Lehrern und Lernenden der pratischen Geometrie Herrn Schneitler's Werk angelegentlich.

R. Br.

*) Berg- und Hütten-Zeitung 1846. pag. 857 u. f.

Große Coaksöfen mit Nebenanwendung von einem Dampfkessel,

der einzig durch die bei dem Abschwefeln oder Ausglühen der Steinkohlen sich entwickelnden combinirten Gase geheizt wird; wie sie in **Dolhain** bei **Verviers**, in den Hüttenwerken in **Seraing** bei Lüttich und bereits in vielen andern angewendet sind.

Von

Herrn **Emil Andreae**, Ingenieur in *Seraing.*

Mit Abbildungen auf Tafel XII, XIII und XIV.

Wohl schon seit mehreren Jahren hat man die Einrichtung getroffen; Dampfkessel durch die entweichende Flamme der Coaksöfen zu heitzen, jedoch geschah dieses meistens auf sehr umständlichem Wege; — man mauerte gewöhnlich die Dampfkessel mit vielen Heitzkanälen ein und ließ die entweichende Flamme der Coaksöfen durchziehen, was aber der Fabrikation der Coaks nur von großem Nachtheile werden konnte, denn die Flamme, welche immer sehr viel Ruß absetzt, konnte erst auf vielen Umwegen entweichen, verstopfte demnach sehr leicht die Züge oder Kanäle, die schwierig wieder zu reinigen waren, und man hatte dabei große Schwierigkeiten im Aufgeben, so daß also viele derartige Einrichtungen wieder abgeworfen wurden und man die Flamme der Oefen wieder in die freie Luft entweichen ließ. —

Mit dieser neuen verbesserten Einrichtung aber, wo selbst die Flamme einen directen Weg in das Kamin einschlägt und die Dampfkessel unmittelbar über die Oefen placirt sind, wurde allen diesen Uebelständen abgeholfen, so daß man die schöne Ueberzeugung hatte, daß derartige Einrichtungen nichts mehr zu wünschen übrig ließen. Auf Tafel 12, 13 und 14 sind solche genau abgebildet. —

Bereits haben schon sehr viele Hüttenwerke in Belgien, ich möchte sagen fast Alle, diese Einrichtung getroffen, oder sind mit dem Baue derselben beschäftiget; — denn mit großer Leichtigkeit läßt sich diese Einrichtung bei allen Coaksöfen treffen, da man den Dampfkessel nur über den Ofen einzumauern braucht und dadurch sehr wenig Unkosten verursacht werden. —

Von unendlichem Vortheil sind derartige Einrichtungen beim Hüttenbetrieb, da daselbst stets viele Coaks für die Hochöfen consumirt werden, und auch sehr viel Dampf zu dem Betrieb der Gebläßemaschinen ꝛc. gebraucht wird, so daß man also den nöthigen Dampf zu den Maschinen unentgeldlich haben kann. Die Ersparnisse sind dabei so bedeutend, daß man an jeder Pferdekraft etwa 300 Fr. erspart, denn z. B.: Die Gebläsemaschine in **Seraing**, die die Luft in die Hochöfen Nr. 5 und Nr. 6 liefert, arbeitet mit einem Druck von $1^3/_4$ Atmosphären (Ueberdruck); sie würde, mit ihrer gesammten Kraft von 130 Pferden, für jedes Pferd, da sie mit Condensation und Expansion arbeitet, wenigstens 3 Kilogr. Steinkohlen bedürfen, was demnach, da solche Maschinen Tag und Nacht arbeiten, pro Pferdekraft 26280 Kilogr. Steinkohlen ausmacht; stellen wir nur den Preis der Kohlen auf 1 Fr., pro 100 Kilogr., so hat man also für jede Pferdekraft 262,80 Fr. Ersparniß, demnach für 130 Pferde 34164 Fr., was sehr bedeutend ist; überdieß sind die Kesselheitzer ganz entbehrlich. —

Die dortige Einrichtung der Dampfkessel auf den Coaksöfen ist ganz dieselbe als solche in Dolhain, nur daß die Kessel anstatt 40 — 90 engl. Fuß haben und auf 8 statt 4 Oefen zu liegen kommen; doch sind diese sehr langen Kessel nicht rathsam, da man bei jeder kleinen Reparatur gleich den ganzen Kessel außer Thätigkeit setzen muß, die Kürzern, die man für die Gebläsemaschine in Dolhain aufstellte, sind also den Ersteren vorzuziehen und haben auch ausgezeichnete Resultate geliefert; sie arbeiten mit Niederdruck und speisen eine Gebläsemaschine von 80 Pferden. —

Für Hochdruck-Kessel jedoch würde vorgenannte Einrichtung nicht rathsam sein, da die Heitzfläche zu klein und der Durchmesser des Kessels zu groß wäre, ich fand deßhalb für gut, einen solchen auf (Taf. 14. Fig. 4) genau abzubilden, wie die, die man in Seraing für die Steinkohlengrube Caroline baute, welche mit 5 Atmosphären wirklichem Druck arbeiten und auf 5 Coaksöfen placirt sind, während alles Andere an den Oefen gleich blieb. —

Da der Verbrauch an Coaks, namentlich durch die vielen Eisenbahnen, fast mit jedem Tage beträchtlicher zu werden verspricht, wäre es sehr vortheilhaft, ähnliche Einrichtungen zu treffen, die Coaks an Ort und Stelle zu fabriciren — den Dampf könnte man alsdann zu zahlreichen Anwendungen benutzen. Die Kosten eines Ofens, um ihn fertig herzustellen, sind etwa 400 Thlr., den Kessel nicht mit eingerechnet. —

Ich halte es für gut, einige in Seraing angestellte Versuche über die Verdampfung des Wassers in den Kesseln über Coaksöfen anzuführen.

1. Der Kessel war auf einem Coaksofen placirt. —

Man verdampfte daselbst in 130 Stunden 19000 Liter Wasser bei einer Pressung von 4 Atmosphären; also pro Stunde

$$\frac{19000}{130} = 146{,}16 \text{ Liter.}$$

Die nützliche Arbeit von einem Kilgr. Dampf von einer Spannung von 4 Atmosphären, in einer Condensations-Maschine ohne Absperrung angewendet, ist gleich 19229,99 Kilogr. Met., man bekommt also durch 146,16 Kilogr. Dampf,

$146{,}16 \times 19229{,}99 = 2810655$ Kilogr. Met. pro Stunde, was also in Pferdekräften gleich ist:

$$\frac{2810655}{60 \times 60 \times 75} = 10{,}40 \text{ Pferdekraft.}$$

Dazu hatte man einen Kessel mit 11,60 Quadratmeter Heitzfläche und das Wasservolumen war 4,34 Cubicmeter, man hatte also pro Quadratmeter $\frac{146{,}15}{11{,}60} = 12{,}60$ Kilogramm Wasser zu 4 Atmosphären verdampft.

Die Heitzfläche für jede Pferdekraft macht also

$$\frac{11{,}60}{10{,}4} = 1{,}11 \text{ Quadratmeter.}$$

2. Der Kessel war auf zwei Coaksöfen placirt; — Man verdampfte daselbst in 60 Stunden 16600 Liter Wasser zu einer Pressung von 4 Atmosphären, also pro Stunde:

$$\frac{16600}{60} = 276{,}66 \text{ Liter.}$$

Der Dampf sei dann wieder zur obengenannten Maschine angewendet, so bekommt man:

$$\frac{276{,}66 \times 19229{,}99}{60 \times 60 \times 75} = \frac{5320169}{270000} = 19{,}70 \text{ Pferdekr.,}$$

und erhält also von einem Ofen

$$\frac{19{,}70}{2} = 9{,}85 \text{ Pferdekraft.}$$

Die Heitzfläche des Kessels war = 16,91 Quadratmeter und das Gewicht von dem producirten Dampf pro Quadratmeter der Heitzfläche war:

$$\frac{276{,}66}{16{,}91} = 16{,}36 \text{ Kilogr.}$$

Die Heitzfläche beträgt also pro Pferdekraft

$$\frac{16{,}91}{19{,}70} = 0{,}85 \text{ Quadratmeter.}$$

Die Füllung eines jeden Ofens war 3 Cubicmeter feine Kohlen, welche 2910 Kilogr. wogen, von denen man 443 Cubicmeter Coaks erhielt, die ein Gewicht von 1904 Kilogr. hatten; der Abfall betrug davon 212 Kilogr. —

Allgemeine Beschreibung der Oefen.

In einer Gruppe sind 4 Oefen vorhanden, über welche der Kessel gelegt ist, die ihrer Anordnung nach, immer 11 engl. Fuß oder 3,35 Meter von einander abstehen, wie es Fig. 4 Taf. 13 in einem Längendurchschnitt zeigt: man sieht (auf Taf. 14 Fig. 1 und 2) einen Ofen genau abgebildet, der in einem Durchschnitt wie im Grundriß dargestellt wird. Diese Oefen sind gänzlich von guten feuerbeständigen Backsteinen ausgemauert und ihre Gestalt ist ungefähr die einer Ellipse. — Der ebenfalls aus feuerbeständigen Backsteinen angefertigte Boden dieser Oefen besteht aus einer mit auf die hohe Kante gelegten Backsteinen gepflasterten horizontalen Fläche und seine Wölbung ist kreisförmig. Die Höhe der vertikalen Seitenwände, bis wo die Wölbung anfängt, ist = 0,46 Meter, die von dem Boden bis zur Spitze besagter Wölbung beläuft sich auf 1,2 Meter. — Man sieht, die Dimensionen derselben übertreffen um Vieles die aller der bisher zu demselben Gebrauche angewendeten Oefen. —

Der Rauminhalt eines jeden Ofens erlaubt es, ihn mit 3 Cubicmeter Steinkohlen zu füllen, was bei dem Abschwefeln 4,43 Cubicmeter Coaks giebt. —

An der Spitze eines jeden Ofens ist eine kreisförmige Oeffnung b von 0.32^{m} im Durchmesser, die aus feuerbeständigen Backsteinen besteht, wodurch die Flamme in den Feuergang d geführt wird.

Durch die Seitenthüren k, die während der Operation genau verschlossen bleiben, füllt man jeden der Oefen an, und ebenso nimmt man nachher, wenn der Brand fertig ist, die Coaks heraus. — Wird ein Ofen zum erstenmal in Gebrauch gesetzt, so wärmt man ihn zu einer solchen Temperatur an, daß sich die Kohlen, sobald der Ofen einmal aufgegeben ist, von selbst entzünden, so wie er sich aber nach der Ausleerung, die gemeiniglich in 36 Minuten geschieht, ziemlich ausgelüftet hat, schließt man die Thüren ungefähr 4 bis 5 Minuten lang, um die Temperatur des Ofens wieder zu erhöhen; nach einem neuen Einfüllen von Kohlen schließt man wieder die Thüren und die Kohlen gerathen von selbst in Glut, so daß man in Zeit von 20 Stunden die Coaks bereitet hat und dieselben sogleich beim Herausholen, was von zwei Seiten geschieht, mit Wasser abkühlt. —

Zwei Arbeiter bewachen immer 4 Oefen.

Die horizontalen Leitröhren oder Züge r (Fig. 3 Taf. 12) die sich an der Außenseite der Oefen öffnen, stehen mit dem Zugloch b in enger Verbindung und bringen die äußere Luft herbei, welche sich mit den aus dem Ofen kommenden Gasen vermischt, und diese unverzüglich entzündet. —

Es leuchtet ein, daß diese Anordnung alle Gase vollständig verbrennen muß und man eine sehr starke Flamme gewinnt. Diese Leitröhren sind viereckige gußeiserne Kasten, wie es (Fig. 9 Taf. 14) im vergrößertem Maßstab darstellt, die an der untern Seite offen bleiben und auf dem Boden der Kesselzüge a aufgemauert sind, so daß die offene Seite auf die Mauer zu liegen kommt. —

An den äußeren Oeffnungen der Luftzüge, kann man das Einströmen der atmosphärischen Luft, durch Ein- und Ausschieben eines Backsteines leicht reguliren, um mehr oder weniger Luft hinzutreten zu lassen. — Man begreift in der That, daß von der diesen Zügen ertheilten Oeffnung gänzlich das Luftvolumen abhängt, das sich auf die Retorten werfen und mit den Gasen vereinigen kann. —

Nun sind Letztere offenbar nicht während der ganzen Dauer der Operation im gleichen Verhältniß vorhanden, daher muß während der ersten Stunden des Brandes, wo die entzündliche Quantität Gas sich weniger beträchtlich gestaltet, als wenn die Abglühung in vollem Gange ist, die Menge der Luft, welche sie entzünden soll, ebenfalls weniger beträchtlich sein, um nur die durchaus nöthige Quantität Luft zuströmen zulassen. Je nachdem jetzt die Verkoakung oder das Abschwefeln von Statten geht, öffnet man allmählig die Züge. —

Für einen gewandten Beobachter ist es ein Leichtes, den guten Gang der Ofen untrüglich zu erkennen, indem man die Augen auf die Oeffnung der Luftzüge richtet, von wo man mit sachkundigen Blicken ohne Mühe die jedesmalige Kraft der Flamme prüfen kann, welche, wenn der Brand vollständig ist, sehr lebhaft und weiß sein muß, wogegen sie, wenn die Luftmasse im keinem Verhältnisse zu dem Gasvolumen steht und wenn folglich die Gase nicht völlig verbrennen können, röthlich und wenig wirksam ist. In beiden Fällen müssen die Register aushelfen, um entweder die Eintrittsöffnung für die Luft zu vergrößern, oder sie zu vermindern. —

Die Seitenkanäle c der Coaksöfen (Fig. 5. Taf. 13 und Fig. 3 und 4 Taf. 14), die auch von feuerfesten Backsteinen gemacht sind, werden während des Ganges der Oefen, sobald solche ihre Flamme unter den Kessel zu geben haben, mit einem Deckel x dicht verschlossen und nur dann geöffnet, wenn man keinen Dampf bedarf. In diesem Falle wird aber die Scheibe p (Fig. 5 Taf. 13 und Fig. 14 Taf. 14) die aus einem feuerfesten Backsteine besteht und von einem eisernen Rahmen gehalten ist, vermittelst der Schieberstange q vorgeschoben, so daß also die Gase durch die Züge c entweichen müssen. Selbst wenn eine kleine Reparatur am Kessel vorkommen sollte, kann man dieselbe vornehmen, ohne die Oefen ausgehen zu lassen, indem man nur den Schieber schließt und die Seitenzüge c öffnet, so daß demnach nur noch sehr wenig Hitze in dem Canal d enthalten ist und man mit Leichtigkeit eine Seitenwand x (Fig. 1 und 2 Taf. 12) wo eben die Reparatur zu machen ist, öffnen kann, da eine solche Wand nur aus einer Backsteindicke besteht. Die Erfahrungen haben selbst gelehrt, daß, wenn zufällig alle Oefen im Gange sind, sich zu viel Dampf entwickelte, und daß man genöthigt war, in einem auch oft zwei der Oefen die Flamme theilweise durch die Züge c in die freie Luft zu lassen. — Man kann aber auch den zweckdienlichsten Zug durch die Klappe s auf dem Kamin e (Fig. 1 und 2 Taf. 13) bestimmen; sie ist also das Mittel, die Temperatur im Kessel mit Leichtigkeit zu reguliren.

Von dem Dampfkessel.

Der Dampfkessel ist von Eisenblech und cylindrisch von Gestalt; seine gesammte Länge beträgt 12,20 Meter auf 1,94 Meter inneren Durchmesser. Er ist gleich allen andern Kessel der Art mit seinen Sicherheitsapparaten, sammt den gehörigen Vorrichtungen zur jedesmaligen Bestimmung der Wasserfläche versehen, und arbeitet mit Niederdruck d. h. mit einer Atmosphäre ungefähr, was einer Temperatur von 100 Centigraden entspricht.

Ein jeder Kessel ist über 4 Coaksöfen auf 3 Träger w (Fig. 3 Taf. 14 und Fig. 4 und 5 Taf. 13) gelegt und ruht außerdem noch auf dem Mauerwerk auf, die Träger

der Kessel sind so eingerichtet, daß sie sich im Nothfalle beim Ausdehnen derselben, in ihren Coulissen verschieben können, was bei so einer beträchtlichen Länge ziemlich bedeutend ist. —

Zu der Fabrikanlage in Dolhain sind die 4 Gruppen, wovon jede aus 4 Oefen besteht, über welche der Kessel gelegt ist, so dicht als möglich an das Maschinenhaus plazirt, wie es in Fig. 6 Taf. 13 genau in einem Grundriß abgebildet ist, aus dem man sieht, daß alle 4 Kessel durch ein gemeinschaftliches Dampfrohr verbunden sind. Einer dieser 4 Kessel wird immer außer Thätigkeit bleiben (zur Reserve dienen), da man mit 3 solchen Kesseln Dampf im Ueberfluß zu der zu treibenden Gebläßemaschine, die mit einer Kraft von 80 Pferden arbeitet, übrig hat; an ihm bleiben also die Schieber p, während des Ganges der Oefen geschlossen und die beiden Seitenzüge c, wodurch die Flamme direct in die freie Luft geführt ist, sind geöffnet.

Da man zwischen den Gruppen, wegen des Aufgebens der Coaks wie Steinkohlen und für das Ein- und Ausfahren der Kohlen ziemlich viel Platz bedarf, so sind solche, wie es Fig. 6 Taf. 13 zeigt, auf eine Entfernung von 15 Meter auseinander gestellt. —

Den Kessel kann man mit dem Rohr v (Fig. 4 Taf. 13) ausleeren, was durch einen Hahn, der in dem Kamin angebracht ist, geschieht, und durch das Rohr wird das Abflußwasser in einen Kanal geführt. —

Die beiden Thüren f (Fig. 4 Taf. 13) sind natürlich während des Ganges des Apparats durch eine dünne Backsteinmauer verschlossen, die sich leicht, wenn man in den Zugkanal d zu gehen hat, öffnen lassen; man könnte wohl selbst eiserne Thüren anbringen, jedoch ist die Hitze so groß, daß dieselben schnell durch die lebhafte Flamme verbrennen würden, man hatte sogar im Anfange an dem Ende des Kanals d, wo solcher in das Kamin mündet, eine Zugklappe angebracht, die aber wegen der beträchtlichen Hitze bald verbrannte; man fand es daher für besser, eine Klappe oben an die Esse zu plaziren, was man in Fig. 4 Taf. 2 und Fig. 10 und 11 Taf. 14 genau sehen kann, die vermittelst einer Kette regulirt werden kann. —

Kurzgefaßte Beschreibung der verschiedenen bisher zum Abglühen der Steinkohlen angewendeten Mittel.

(Auszug aus dem trefflichen Werke des Herrn Pelouze).

Das Brennen oder Abschwefeln der Steinkohlen geht entweder in besonderen Oefen, oder in bloßen Meilern vor sich.

Allerdings muß bei dieser Operation die Temperatur immer beträchtlich genug sein. Die Coaks bieten wenigstens dasselbe Volumen dar, welches die rohen Steinkohlen hatten; dies Volumen wächst sogar ansehnlich, wenn man mit sehr fetten Kohlen zu thun hat. Was aber die trockenen und magern Kohlen anbelangt, so thut es durchaus Noth, daß man die Einwirkung eines starken Luftzuges zu Hülfe nimmt, wodurch hinwieder die Verbrennung von einem Theile der zu gewinnenden Coaks, folglich auch ein mehr oder minder bedeutender Verlust entsteht.

Früher pflegte man den zum Prozesse der Abschweflung bestimmten Steinkohlenmeilern eine ziemlich kreisförmige Gestalt zu geben. Die Dimensionen wechselten von 3,^{m}28 bis 4,^{m}50 im Diameter, an der untern Basis gemessen, von 16 bis 20 Centimeter in der Höhe am äußern Umkreise und von 0,^{m}55 bis 0,^{m}70 im senkrechten Durchschnitt durchs Centrum ab. Man bedeckte sie Anfangs mit Stroh oder Laub, darüber aber mit Erde. Das Anzünden geschah von oben, und um Herr der Leitung des Feuers zu bleiben, brachte man mehrere Seitenöffnungen in der Decke an. Doch bald ist jenes Verfahren sehr vereinfacht worden; man hat sich damit begnügt, die Masse mit kleinen und, um sie klebriger zu machen, leicht angefeuchteten Kohlen zu verkleiden, während man zugleich Sorge trug, die Stellen, an denen beim Fortgange der Operation die Flamme allmählig aufhörte, mit Lösche oder Coaksstaub zu bedecken, um da das Feuer zu ersticken. Sodann hat man statt der kreisförmigen Form für die Meiler die eines sehr gestreckten Vierecks angenommen, dessen Inhalt das Ansehen eines mitten durch seine Achse geschnittenen Halbcylinders darbot. Diese Einrichtung erlaubte freilich das Abschwefeln von weit beträchtlichern Steinkohlenmassen auf ein Mal, jedoch leuchtet es zur Genüge ein, daß durch diese letztere Methode auch der Abfall größer wird. Die Art und Weise wie man die Steinkohlen im länglich runden Haufen abglüht, ist außerordentlich einfach. Erst wählt man sich einen geeigneten Platz, wo der Erdboden nicht allein fest und wenig sandig ist, sondern auch den örtlichen Verhältnissen nach so hoch liegt, daß das Regenwasser zu keiner Jahreszeit darin stehen bleibt. Dieser so ausgesuchte Flächenraum wird nun gerichtet und mit der Handramme geschlagen; man kann sogar, um die Festigkeit des Bodens zu vermehren, selbigen vor dem Stampfen mit fein zerbröckelten Coaks bis zu einer Höhe von 8 bis 10 Centimeter überdecken.

Nachdem der Kohlenbrenner mit dem Rechen die Lösche von dem vorigen Brande fortgeschafft, und seine Meilerstätte wieder hübsch gleichförmig gemacht hat, schlägt er längs einer in der Richtung der Achse hin ausgespannten Schnur ungefähr 0,^{m}65 hohe Pfähle in einem jedesmaligen Zwischenraum von 0,^{m}81, oder auch wohl gar, wenn die Steinkohlen sehr fett sind, in noch größerer Entfernung von einander ein. Diese Pfähle, die eben nicht von bedeutender Dicke zu sein brauchen, bezeichnen die Anzündungspunkte. Darauf ordnet man die dicksten Kohlenstücke längs der Schnur, indem man sie mit schiefer Anlehung gegeneinan-

der so stellt, daß sie inwendig einen Gang oder Luftzug bilden, der in der gesammten Länge des Meilers herrschen muß. Die Breite dieses Kanals richtet sich nach den Entzündlichkeitsgraden der Kohlen, und sie muß um desto größer sein, je magerer die Kohle ist.

Gegen jene ersten Reihen setzt man jetzt ohne viele Mühe die folgenden an, in welchen die Stücke immer mehr an Höhe abnehmen, während man jedoch die Vorsicht beobachtet, so wenig Oeffnung wie möglich zwischen ihnen zu lassen.

Die Breite eines solchen Meilers pflegt sich gewöhlich auf 3,m25 bis auf 4m zu belaufen; die dicksten Kohlenstücke bieten im Umfange einen Kubus von ungefähr 3 Decimeter Seitenlänge dar; die kleinen Bruchstückchen können nur zum Ausfüllen und zum Dache oder zur Decke dienen. Was die Länge des Meilers betrifft, so hängt diese einzig von dem Raume, worüber man zu verfügen hat, und von der Quantität Coaks, die man von einem und demselben Brande gewinnen will, ab. Bei dieser Abschwefelungsmethode bleibt stets eine passende Anordnung der groben Stücke die Hauptsache. Man stellt sie deshalb beständig auf die hohe Kante, so daß ihr Grundlager genau perpendikular zur Achse ist, weil man mittelst besagter Vorkehrung, die Kohlen am besten der nöthigen Einwirkung der Luft aussetzt. —

Die Meiler müßen in der Mitte 0,m65 bis 0,m90, nach den Seiten des Halbcylinders hin aber 1, 60 bis 2,m30 hoch sein. Die zweite Schicht ist nie regelmäßig; man bringt da, wie es sich gerade trifft, allerlei Bruchstücken hin, ohne Unterschied, ob sie auf die hohe Kante oder flach kommen, und deren nach den Seiten immer mehr abnehmende Dicke theils zur Ausfüllung der leeren Räume, theils zur Abrundung der Form des Meilers dient. — Sodann breitet man eine, die Decke bildende Schicht von kleiner Kohle, deren Bestimmung es ist, den Einfluß der Luft zu verringern, über den nun soweit fertigen Halbcylinder aus. Bei fetten Steinkohlen muß man schon dem Meilern mehr Höhe geben; diese Eigenschaft erfordert auch eine größere Dicke der Decke und weit mehr Sorgfalt, um sie einigermaßen für die Luft undurchdringlich zu machen. Je trockener und magerer die Kohle sich erweist, desto mehr muß man die Höhe der Meiler beschränken, während man ihnen überdieß bloß eine sehr dünne Decke giebt, welche der Luft nicht gar zu vollständig den Zugang abschneidet. —

Wenn die Anordnung des Meilers vollendet ist, zieht der Kohlenbrenner alle Pfähle heraus und wirft in die von dieser Hinwegnehmung herrührenden Löcher entzündete Kohlen, die binnen 5 bis 6 Stunden einen entschiedenen Anfang von Verbrennung in der gesammten Masse bewirken. Die dem Köhlermeister von jenem Augenblicke an obliegende Fürsorge besteht wesentlich darin, aufmersam die Punkte

zu beobachten, wo sich die Kohlen, während sie zu rauchen und Flammen zu sprühen aufhören, langsam mit weißer Asche überziehen. Es ist dieß das sichere Anzeichen von einer hinlänglichen Entschweflung, und man darf, wenn man nicht einen größeren Abbrand erleiden will, den so angegebenen Moment nicht unbenutzt verstreichen lassen. Man sputet sich nunmehr, das Feuer an diesen Punkten zu ersticken, indem man sie rasch mit Coakslösche zudeckt, welche man vorsichtiger Weise zu solchem Behufe in ziemlicher Menge an beiden Seiten der Meiler vorräthig hält.

Meistens verbreitet sich die Abglühung von dem Umkreise aus auf das Centrum des Meilers hin. Die Operation dauert sechsunddreißig bis achtundvierzig Stunden, nach der Beschaffenheit der Steinkohlen; je fetter und klebriger selbige sind, desto mehr Zeit erfordert die Entschweflung. Sehr magere Kohlen brauchen manchmal kaum 12 Stunden. Uebrigens hängt die Dauer der Operation auch sehr von dem Zustand der Atmosphäre und der Stärke des Windes ab; bei feuchter und ruhiger Witterung rückt die Abschweflung nur langsam vorwärts.

Der überall mit Lösche bedeckte Meilerhaufen muß dann 3 bis 4 Tage lang verschlossen bleiben, damit die Coaks völlig erlöschen, bevor man wieder die Luft zuläßt, die sonst bei einer frischen Anzündung Schaden verursachen würde. Diese im Betreff der Quantität Coaks, die man gewinnt unstreitig ganz gute Methode führt indeß häufig einen merkbaren Verlust an Brennstoff herbei. —

Die Engländer haben das Verfahren mit erklecklichem Vortheile modificirt. — Sie schichten die Steinkohlenstücke rings um ein kaminähnliches Gestell auf, das im Centrum eines kreisförmigen Meilers seinen Platz hat. Dieser Kamin ist trichterartig gebildet und von sehr feuerbeständigen Backsteinen gebaut; man giebt ihm ungefähr 8 Centimeter im Durchmesser an der Basis und 6½ Centimeter am oberen Theile auf ein Meter Höhe; der inwendige leere Raum ist demnach ein abgestumpfter Kegel. Längs dem Kamine hin besorgt man in verschiedener Höhe drei Reihen horizontale Oeffnungen; jede Reihe besteht aus 6 solchen Löchern, die 0,m047 auf 0,m061 haben. Die ersten vom Erdboden an sind die größten. Die dritte Reihe (die letzte nach der Spitze hin) fängt bei zwei Drittel von der Gesammthöhe an. Die obere Abstumpfungsöffnung des Kegels läßt sich nach Belieben entweder mittelst eines flach darüber geschobenen Ziegels oder einer gußeisernen Platte verschließen Die Steinkohlenstücke legt man gegen den Kamin an; man hält sie auf der hohen Kante, mit den Winkeln nach oben gekehrt, und zwar so, daß die kreisförmig zusammengestellten Kohlenwände an Höhe immer mehr abnehmen, je nachdem sie sich von dem Centralkamine entfernen. Der Diameter dieser Meiler beträgt an der Basis 4m bis 4,m60. —

Auf die erste auf dem festgestampften Erdboden gehörig eingeschichtete Lage Steinkohlen, bringt man eine zweite und so weiter, während man jedoch bei der Umhüllung immer fort in der Weise einzieht, daß der Meilerhaufen wenn er fertig ist, die Figur eines Kegels mit ziemlich scharfem Abhange annimmt. Man setzt stets die kleinen Kohlenstücke auf die dickeren, dann deckt man den ganzen Haufen mit Lösche, einer Decke von 6 bis 8 Centimeter, tüchtig zu. —

Man besprengt nun mit Wasser, um die Cohärenz der Lösche zu vermehren, und wirft darauf ein paar rothglühende und noch flammende Scheite Holz in die Röhre des Kamins, wodurch sich bald das Feuer dem Innern des Meilerhaufens mittheilt, in welchem sich rasch genug ein starker Zug entwickelt. Das Feuer dauert für die Abschweflung nach diesem Systeme fast eben so lange, wie mit dem vorhin beschriebenen Meilern. Die zur Erkaltung der Coaks nöthige Zeit bleibt auch in beiden Fällen einerlei. Besonders bei dem Gebrauche von fetten Steinkohlen verdient letztere Methode in jeder Hinsicht den Vorzug.

Die mit dieser so behandelten Kohle gewonnenen Coaks sind viel dichter, schwerer und enthalten mehr Heizkraft. Das Verbröckelte von sehr fetten Steinkohlen kann mit Hülfe einiger Vorrichtungen in der Bildung jener Kamin-Meiler ganz leicht mit den dicken Stücken vermischt zur Production von guten Coaks nutzbar gemacht werden.

Noch leichter aber und bequemer geschieht die Abschweflung der Steinkohlen in Oefen. Diese Oefen sind kreisförmig; eine abwärts gedrückte Wölbung streckt sich als Decke und mit den auslaufenden Seitenwänden über die untere Bodenfläche hin.

Folgendes waren die Einrichtungen und die Dimensionen der Abschweflungsöfen, die vor etlichen Jahren zu Charenton bei Paris neu aufgestellt wurden, um völlig gereinigten Coaks von bester Qualität, welche man damals gerade zu den Güssen aux cubilos oder in den Ofen à la Wilkinson brauchte, zu bereiten. Es standen da 3 Coaksöfen dicht neben einander in der Verlängerung desselben Baues. Der innere Raum dieser Oefen war kreisförmig; sie waren mit einer außerordentlich gedrückten Wölbung bedeckt, die ungefähr $0,^{m}14$ von dem Boden ihren Anfang nahm; feuerbeständige Backsteine bildeten Beides. Der Diameter der Grundfläche betrug $2,^{m}60$, die Höhe der Wölbung aber $0,^{m}78$; hier befand sich ein viereckiger Kamin, dessen lichter Diameter $0,^{m}80$ war; die Höhe dieses Kamins über der gesammten Decke war 1 Meter; die Hüttensohle selbst hatte $0,^{m}37$ Höhe vom Erdboden an gerechnet. Auf der Vorderseite war im Mauerwerke eine $0,^{m}70$ breite und $0,^{m}52$ hohe Thür von Gußeisen mit Angeln und Bändern angebracht, welche sich seitwärts auf einen Anschlag, unten aber auf einen Träger oder starken gußeisernen Durchzug lehnte, dabei jedoch, um das Ausleeren des Coaks zu er-

leichtern, mehrere Centimeter vor den Ofen außen vorsprang. Das äußere Gemäuer bestand aus gewöhnlichen Backsteinen und hatte eine Dicke von ungefähr $0,^{m}54$; das Ganze wurde durch gerade gußeiserne Pfeiler, die, um einer etwanigen Biegung der Mauern bei einer hohen Temperatur vorzubeugen, mit Stangen von geschmiedetem Eisen verbunden und durch Schrauben gesichert waren, dauerhaft zusammengehalten.

Wenige Augenblicke nach dem Aufgeben des von der vorigen Operation noch sehr warmen Ofens, während welcher Zeit die Thür großentheils offen blieb, um der Luft Anfangs etwas mehr Zugang zu schenken, entzündeten sich die Steinkohlen äußerst lebhaft in allen ihren Theilen; durch den Kamin entstieg ein dicker qualmender Rauch, wobei nur wenig Flamme von einem dunkeln Roth sichtbar ward; nach Verlauf von einer guten halben Stunde hatte sich aber der Rauch schon wieder fast gänzlich verzogen und die Flamme wurde merkbar blässer. Bald fiel auch die Höhe derselben, und nach Verlauf einer zweiten halben Stunde zeigte sie sich bloß noch zu einer sehr schwachen Höhe. Nun schloß man die Thüre und verschmierte die Zwischenräume mit Thon, worunter man zuvor ungefähr eine Hälfte Coaksstaub gemischt hatte.

Das Bischen Flamme, das darauf bei stillem Fortbrande aus dem Kamin hervor kam, war außerordentlich klar und weiß. Dies dauerte ziemlich 8 Stunden lang; dann hörte allmählig die Flamme ganz auf, der Druck von inwendig nach Außen im Ofen veringerte sich bedeutend, bis er binnen Kurzem sogar völlig nachließ, und endlich fand eine entschiedene Einsaugung der äußeren Luft durch den Kamin statt. Jetzt schob man rasch den Dämpfer oder das gußeiserne Register vor, womit jener Kamin zu solchem Behufe versehen war. In dieser Periode der Abschweflung bietet die gesammte, in voller Glut befindliche Coaksmasse, wenn man sie durch irgend einen Spalt der Thür betrachtet, einen wahrhaft schönen und überraschenden Anblick dar; sie ist blendend rothweiß, von oben bis unten geritzt, und sie hat in ihrer eng vergliederten Zusammenstellung nicht wenig Aehnlichkeit mit der natürlichen Constructionszierlichkeit, die wir an den Basaltsäulen zu bewundern pflegen. —

Der Moment für das Herausholen des Coaks ist nun mehr erschienen; der Arbeiter verschmiert schnell den Dämpfer auf dem Kamine, eröffnet die Thür an der Vorderseite des Ofens und schreitet, um einem größeren Abbrande vorzubeugen, mit möglichster Eile an's Werk. Zu dieser Ausleerung bedient man sich einer breiten Schaufel von geschlagenem Eisen, welche mittelst einer Dille am Ende eines langen eisernen Stiels feststeckt. Weil die Coaks auch nicht im Mindesten auf dem Boden des Ofens kleben bleiben, so ist nicht's leichter, als die Schaufel von unten einzuschieben. —

Da wie gesagt die Temperatur in dem Ofen lange Zeit hindurch einen hohen Grad erreicht, deßhalb aber auch der Kamin acht Stunden hinter einander eine Flammensäule von wenigstens 2 Meter bis 2,60 m. Höhe emporsendet, muß man sich wirklich wundern, daß man so lange gezögert hatte, sich alle seine verlorene Hitze auf anderm Wege zu Nutze zu machen. —

In der zweiten Ausgabe seines Handbuchs der Hüttenkunde liefert Karsten folgende Beschreibung von einem Abschweflungsverfahren, das zu Janon, in der Umgegend von Saint-Etienne, wo man bei den Steinkohlengruben eine übergroße Menge Zerbröckeltes und Kleines erhält, woraus man ebenfalls Gewinn zu ziehen das Bedürfniß gefühlt hat, mit Vortheil in Anwendung gebracht zu werden scheint.

Man siebt vorerst das Kleine von den Steinkohlen durch einen eigenen Durchwurf, um alle Stücke, die auf dem Roste dienen können, für sich abzusondern; man breitet den Abfall über den zu diesem Zwecke festgestampften Platz aus, man begießt ihn stark, und man mischt ihn gehörig, damit er eine bestimmte Form annehmen kann. Das Abglühen dieser so angefeuchteten Kohle geschieht dann in freier Luft. Der Haufen mag ohne Unterschied konisch oder prismatisch sein; die kegelförmigen Meiler haben an der großen Basis 4 Meter, und an der kleinen $2,^{m}20$ im Durchmesser; ihre Höhe beläuft sich auf $1,^{m}15$. Die Länge der Meiler von ecksäuliger Gestalt beträgt 16 bis 20 Meter, oder wohl noch mehr, nach dem Raume, worüber man zu gebieten hat; ihre Breite ist an der Basis $1,^{m}30$, an der obern Fläche aber $0,^{m}65$; ihre Höhe ist auch nur $1,^{m}15$.

Die Form, welche dem Meiler seine Gestalt geben soll, besteht aus Bretern, die dergestalt durch eiserne Haken mit einander vereinigt sind, daß man sie leicht zusammen fügt und sie, wenn die Steinkohlenmasse in die Form eingepreßt worden ist, ohne Mühe wieder wegnimmt. Die Breter an den konischen oder pyramidalischen Meilern haben die Gestalt des Trapezes. Um der Luft Zugang in das Innere des Haufens zu gewähren, richtet man die mit Hülfe von Pfählen oder Rollen rund geformten Züge her. Zu dem Behufe haben die Breter drei Reihen Oeffnungen von 8 bis 10 Centimeter im Durchmesser. Die untere Reihe ist mit dem Boden in einerlei Ebene, die zweite ist im ersten Drittel und die dritte ist im zweiten Drittel von der Höhe des Haufens. Diese Oeffnungen stehen 65 Centimeter von einander ab, und sie sind in der Weise angeordnet, daß diejenigen, die in gleicher Höhe sind, mit der Hälfte der Entfernung, welche die Oeffnungen der folgenden oder der vorhergehenden Reihe trennt, genau correspondiren, damit sich so die Luft besser durch die gesammte Masse des Brennstoffs vertheilen kann. —

Durch diese Oeffnungen schiebt man nun Rollen hinein, die 8 Centimeter Dicke haben; sie sind an dem einen

ihrer Enden ein bischen dünner, damit man sie leichter wieder herausziehen kann; sie stehen unter sich durch vertikale Pfähle in Verbindung. —

Nachdem die Breter aufgerichtet und zusammengefügt worden sind, steigt ein Arbeiter in das Innere dieser Form, um die Steinkohlenmasse, die man ihm allmählig zuwirft, mit der Handramme einzustampfen. Die Rollen der unteren Reihe, so wie auch die vertikalen Pfähle werden gleich an den Platz gebracht; was aber mit denen von der zweiten und dritten Reihe erst dann geschieht, wenn sich der Haufen zu der passenden Höhe erhoben hat. —

Sobald man mit dem Einfüllen nach der oben analysirten Methode fertig ist, zieht man die hölzernen Cylinder mittelst der an dem einen der Enden befestigten Ringe wieder weg; darauf nimmt man die Breter fort, und der Meilerhaufen ist jetzt zum Empfange des Feuers bereit. —

Um den Haufen anzuzünden, schichtet man ganze, doch nicht zu dicke Steinkohlenstücke rings um die Oeffnungen ein und thut einige weißglühende Kohlen hinzu. Es bleibt stets von größter Wichtigkeit, das die Gänge oder Züge sich nicht verstopfen; sollte sich dieser Unfall einmal ereignen, so müßte man dem Uebel schnell abhelfen, indem man mit den Rührstangen von Neuem drinnen Luft schaffte. Man darf nicht von unten anzünden, weil das Auftreiben des Coaks gar zu geschwind die Verunstaltung des Meilers bewirken würde.

Wenn keine Flamme mehr erscheint, wenn der Brand vollendet, der Haufen aber noch in vollem Weißglühen ist, dann gießt man Wasser darauf, welches man so dicht wie möglich am Centrum des Meilers eindringen läßt. Das Feuer erhält hierdurch eine neue Thätigkeit, und es verbreitet sich ein sehr starker Geruch. Sodann zieht man die Koaks hervor, und man löscht sie durch die gewöhnlichen Mittel. Durch dieses Verfahren gewinnt man zu Janon äußerst cohärirenden Coaks, den man, wenn man ihn aus dem Meiler fördert, zerbrechen muß. Das vollständige Abglühen des Meilerhaufens geschieht in sechs bis acht Tagen.

Erklärung aller einzelnen Theile der Oefen wie Kessel, auf den verschiedenen Tafeln.

a. Vier große Coaksöfen von einer etwas elliptischen Form und von einem solchen Umfange, daß jeder von ihnen 3 Cubicmeter Steinkohlen fassen kann; sie sind inwendig ganz von feuerbeständigen Backsteinen aufgemauert.

b. Oeffnungen die in der Mitte jedes Ofens angebracht sind, um die sich während des Abglühens der Steinkohlen entwickelnden Gase in die Züge d unter die Kessel zu lassen.

c. Oeffnungen die an den Seiten eines jeden Ofens angebracht sind, um die Gase, falls der Kessel keine Flamme bedarf, in die freie Luft führen zu können.

d. Feuerzug, der die Flamme in den Kamin e führt derselbe ist mit feuerfesten Backsteinen ausgemauert.

e. Esse mit einer totalen Höhe von 12 Meter, in welche der Feuerzug d leitet.

f. Thüren, um den Feuergang wie die Esse reinigen zu können, die durch eine dünne Backsteinwand verschlossen werden.

g. Thüre, um an die Hähne des Ablaßrohres v, unter der Esse gelangen zu können.

h. ein unter jedem Ofen vorhandenes Gewölbe.

i. Ueberdeckung des Kessels, um denselben vor dem Regen zu schützen.

k. Thüren, durch die man die Oefen füllt und leert. Sie sind von geschlagenem Eisen (Taf. 14 Fig. 7 und 8) und werden mit feuerbeständigen Backsteinen ausgefüllt.

l. gußeiserne Winkeleisen, an welchen die Zugstangen befestigt sind, (Taf. 14 Fig 12) um das Mauerwerk, das wegen der großen Hitze leicht springen könnte, fest aneinander zu halten.

m. drei Winkeleisen, oder eine förmliche Brücke, worauf die Mauer über der Thüre des Ofens zu ruhen kommt, wovon die Oberen gegenseitig durch Zugstangen verbunden werden.

n. Zugstangen, die die Gruppen fest aneinander halten.

o. Anker, die der Länge nach durch die ganze Gruppe gezogen werden, und an jedem Ende mit conischen Keilen gehalten sind, (Taf. 14. Fig. 12 zeigt solche genau im vergrößertem Maaßstabe).

p. Schieber, durch welchen man die Oeffnungen b, wodurch die Flamme der Gase auf den Kessel geführt ist, (wie es Fig. 14 und 15 Taf. 14 genau darstellt), schließt, aus einem

feuerbeständigen Backsteine p, der vermittelst eines schmiedeeisernen Rahmens gehalten ist, angefertigt.

q. Schieberstange, an welcher der Schieber befestigt ist.

r. Züge oder horizontale Leitröhren, welche die äußere Luft bis dahin führen, wo die Oeffnung b in den Gang d mündet, um die Gase bei ihrem Emporsteigen aus dem Ofen zu entzünden.

s. Klappe, um den Zug in der Esse zu regeln; sie ist ganz von Gußeisen, und Taf. 14 Fig. 10 und 11 genau abgebildet, ruht in einem gußeisernen Rahmen s' in zwei einfachen Lagern und ist da von 2 Stiften gehalten.

t. Drahtkette zu der Zugklappe s, mit welcher der Maschinist, der den Kessel beaufsichtigt, letztere nach Belieben verstellen kann.

u. großer Dampfkessel, der mit einer Atmosphäre Ueberdruck arbeitet. Die Fig. 3 Taf. 14 zeigt denselben sammt seiner Einmauerung, ebenso wie Fig. 4 Taf. 14 einen solchen für hohen Druck darstellt.

v. schmiedeeiserne Träger, die an den Kessel genietet sind, womit derselbe auf den Seitenmauern aufruht.

w. gußeiserne Stühle, worauf der Kessel steht.

x. große Thüren, die mit einer dünnen Mauer verschlossen sind, um bei einer vorkommenden Kesselreparatur, durch Herausnehmen der Mauer mit Leichtigkeit demselben beikommen zu können.

y. gußeiserne Rahmen, an welchen die Thüre k befestigt ist (Taf. 14 Fig. 5 und 6); derselbe ist mit den 4 überstehenden Lappen eingemauert und besteht aus sehr dickem Gußeisen, da er leicht durch die große Hitze verbrennen könnte.

z. Deckel von Gußeisen, um die Seitenzüge o der Oefen zu schließen.

Verhandelingen

van het koninklijk Instituut van Ingenieurs.

1. Deel.

Unter obigem Titel liegt uns das erste Heft einer für das Ingenieurwesen viel versprechenden Zeitschrift vor, welche von dem am 31. August 1847 gegründeten Niederländischen Ingenieur-Vereine (nach Art der Institution of Civil Engineers in England) herausgegeben wird.

Dieses erste Heft enthält folgende Abhandlungen:

1. Glavimans, über verschiedene Holzsorten aus Surinam

2. Harts, Inventarium einer Sammlung verschiedener während seines 11jährigen Aufenthaltes in Surinam vom Kapitän Stolte gesammelten Hölzer.

3. Conrad, über bewegliche Brücken an den Holländischen Eisenbahnen mit Abbildung einer Krahnbrücke.

4. Conrad, über das Absägen und Zapfenanschneiden von Pfählen unter Wasser.

5. Conrad, über das Dampfgezeug zur Trockenlegung der Polders Cool, Schoonderloo und Beukelsdijk.

6. Van Gendt und Warnsinck, Rapport über die in

neuerer Zeit in England und Schottland vorgenommenen Verbesserungen im Gefängnißbau mit 2 Tafeln.

7. Dixon, neues System von Eisenbahnen.

Zeigt dieses Inhaltsverzeichniß allerdings mehrere Abhandlungen von mehr rein lokalem Interesse, so finden sich doch auch darin andere, die sehr einer allgemeinen Beachtung verdienen und die uns für die Zukunft manche schätzbare Mittheilung versprechen.

Wir werden im Folgenden einige Auszüge aus diesen Aufsätzen geben.

Aus dem ersten Aufsatze entlehnen wir zunächst blos folgende Uebersicht über die Mittelwerthe der mit verschiedenen Sorten Surinam'schen Holzes angestellten

Festigkeitsversuche,

die nach Art der Tredgold'schen Versuche im Jahre 1836 von Glavimans in Rotterdam vorgenommen worden sind

Holzsorten	Mittelwerth von f oder Widerstand gegen das Biegen.	Mittelwerth v. f' oder Widerstand gegen Bruch.	Mittelwerth von M.	Gewicht v. 1 Cubic. Palm im Nov. 1838	Gewicht v. 1 Cubic. Palm im Nov. 1839.
Groenhart	642,7	1760,6	2168,8	1,2448	1,2030
Bijlhout	489,3	874,2	1368,4	1,1509	0,8706
Purperhart	611,3	990,4	1233,9	1,0136	0,7920
Bolletree	638,7	1477,7	2252,2	1,1914	1,0590
Peto (a)	439,8	779,3	3970,2	1,1104	0,9530
Peto (b)	453,6	888,3	1761,4	1,1043	0,9220
Manbarklak	271,7	1168,6	1951,2	1,1585	1,0160
Martagne No. 1.	250,1	777,4	1193,0	0,8143	0,5570
Martagne No. 2.	346,2	944,2	1455,1	0,9008	0,7660
Locust	718,9	1430,6	1979,7	1,1740	0,9495
Afrik. Eiche	501,3	1100,4	1675,4	0,9204	0,8966
Gewöhnl. Eiche naß.	244,8	663,6	961,9	0,7205	0,5760
1. Gewöhnl. Eiche trocken.	250,9	619,6	890,5	0,6934	0,6810
2. desgl.	314,0	707,0	881,1	0,7174	0,6430
Rothtanne	235,9	459,1	1122,3	0,5660	0,5068

Die Holzstücke waren 2 Niederländische Ellen lang und 4 bis 8 Zoll stark und die Auflagerungspunkte $1\frac{1}{2}$ Ellen von einander entfernt. Die obigen Zahlen sind Niederl. Pfunde.

Eine Beschreibung dieser Holzsorten findet man hinter der erwähnten Tabelle.

Interessant ist noch eine Vergleichung, welche Dimensionen Balken von diesen Holzarten erhalten müssen, um dasselbe Gewicht zu tragen, als ein 10 Ellen langer, 0,25 Ellen breiter und 0,2 Ellen dicker Eichenholzbalken, wenn dabei dasselbe Verhältniß der Breite zur Dicke beibehalten wird. Man erhält:

	Breite.	Dicke.	Gewicht.
Eichenholz	0,25 Ell.	0,20 Ell.	350 Niederl. Pfd.
Groenhart	0,183 „	0,146 „	333 „ „
Bijlhout	0,187 „	0,16 „	344 „ „
Bolletree	0,183 „	0,146 „	1318 „ „
Locust	0,176 „	0,14 „	289 „ „
Peto	0,207 „	0,166 „	381 „ „
Afrik. Eiche	0,199 „	0,159	291 „ „

Man sieht, daß alle diese Holzarten, obwohl specifisch schwerer, doch in der Anwenduug einen leichteren Bau geben, als unsere Eiche, mit Ausnahme des Peto, der etwas schwerer wird. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß sie noch nicht gut getrocknet der Probe unterworfen wurden.

Der Aufsatz

über bewegliche Brücken

bringt für die deutsche Literatur nicht viel Neues, indem die Eisenbahnzeitung von Etzel und Klein hierüber Mittheilungen des Königl. Würtembergischen Bauinspectors Herrn Wild im Jahrgange V und VI enthält. Es werden vier Systeme als bestehend angeführt, nämlich:

gewöhnliche eiserne Drehbrücken,
seitwärts wegzuschiebende Brücken (Rollbrücken),
vertikal aufzuwindende Brücken,
seitwärts zu drehende Brücken (Krahnbrücken).

Von der ersten Art ist die Brücke über die Spaarne an der Amsterdam-Rotterdam. Eisenbahn, vergl. Eisenbahnz. V. 47. Die Rollbrücke über den Rhein an der Vink bei Leiden giebt die Eisenbahnz. V. Nr. 49. Eine ähnliche Brücke über den Arun an der Brighton-Chichester Eisenbahn findet sich in unserm ersten Bande, Heft 1. Sie scheinen von den Schiebebühnen auf den Eisenbahnstationen hergenommen zu sein.

Für die vertical aufzuwindenden Brücken wahrt Conrad das Recht der Priorität für die Holländer gegenüber der im Augustheft 1847 des Civil Eng. and Archit. Journ. beschriebenen und gezeichneten Brücke. Es war eine solche 1846 über die Poldervaart hergestellt worden.

Von den Krahnbrücken endlich wird als Beispiel eine Zeichnung der 1846 über die Delfshavensche Schie hergestellten Krahnbrücke gegeben, worüber ebenfalls nachzusehen ist: Eisenbahnz. V. Nr. 52.

Das Verfahren zum

Absägen und Zapfenanschneiden von Pfählen unter Wasser

besteht darin, daß über den Pfahl ein hölzerner, 2 Ellen im Lichten langer, 1,3 Elle breiter und 1 Elle tiefer Kasten so gestellt wird, daß der Pfahl durch dessen Boden hindurchgeht. Rund um das Loch im Boden ist ein Sack befestigt, der durch einen Strick fest an den hineintretenden Pfahl

gebunden wird, und somit zur wasserdichten Abschließung sowie zur Befestigung des Kastens dient. Dieser mit Gewichten beschwerte Kasten, der über den Wasserspiegel hervorragt, dient nun zu einem trockenen Arbeitsplatze für die beim Absägen oder Anschneiden von Zapfen beschäftigten Arbeiter.

Es versteht sich, daß man einen solchen Kasten über mehrere Pfähle zugleich stecken und also die Zapfen für einen darauf zu bringenden Holm auf die bequemste Weise herstellen kann.

Das Dampfgezeug

zur Trockenhaltung der Polders Cool, Schoonderloo und Beukelsdijk mußte von der Holländischen Eisenbahn Compagnie an die Stelle zweier im Wege stehenden Wasserwerke hergestellt werden, und besteht aus einer Dampfmaschine, die ein Kropfrad bewegt, durch welches das Wasser in den Abzugsgraben gehoben wird.

Die Größe dieser Polders wird folgendermaßen angegeben:

Wasseroberfläche	20 Bunderen	49 Roeden	85 Ellen
Landoberfläche	388 „	46 „	35 „
	408 Bunderen	96 Roeden	20 Ellen

wozu wir bemerken zu müssen glauben, daß der Bunder der französischen Hektare, die vierkante roede der Are und Elle der Centiare entspricht.

Die Maschine ist eine Niederdruckmaschine mit $^1/_3$ Atmosphäre oder 0,35 Niederl. Pfund pro Niederl. Quadratzoll Druck, und wirkt auf $^1/_3$ des Hubes mit Expansion. Sie soll 30 Pferdekräfte leisten.

Der Balancier hat 3,758 Ellen Länge und liegt 3,487

Ellen über der Fundamentplatte; die Kurbel mißt 0,608 Ellen.

Die Kessel sind Cylinderkessel mit Feuerrohr, 7,4 Ellen lang, 1,982 Ellen im Durchmesser mit 0,71 Ellen weitem Feuerrohr; der Kessel faßt 9,994 Cubicellen Wasser und hat 7,503 Cub. Ellen Dampfraum. Die Sicherheitsventile haben 0,126 Ellen, das Dampfrohr 0,202 Ellen Durchmesser. Der Rost ist 1,565 Ellen lang und 1,52 Ellen breit.

Der Cylinder ist 0,8 Elle weit; der Hub beträgt 1,235 Elle; der Dampfschieber macht 0,245 Elle Weg.

Das Schwungrad hat 6,12 Ellen Durchmesser und einen 0,17 Elle starken, 0,23 Elle hohen Kranz.

Die Maschine ist von der Butterlij companij gefertigt. Das Schöpfrad (ein Wurfrad mit geraden Schaufeln im Kropf) hat 8,55 Ellen Durchmesser, 40 Schaufeln von 0,53 Elle Breite und 1,84 Ellen Länge und sitzt auf einer Welle von 0,26 Elle Stärke.

Folgende Tabelle giebt eine Beobachtungsreihe über dieses Dampfgezeug; worin die Wassermengen nach der Formel

$$M = 2\pi\ (R - {}^1/_2\ d)\ bd$$

berechnet sind, wo R den Durchmesser des Schöpfrades,
„ „ „ d die Tiefe der Eintauchung,
„ „ „ b die Breite der Schaufeln,
„ „ „ M die Wassermenge pro Umdrehung

bedeutet und wo von der Wassermenge pro Umdrehung 1 Cub. Elle wegen des Raumes der Schaufeln abgezogen worden ist.

Der Wasserverlust durch Zurückfallen des Wassers scheint sehr gering zu sein.

Datum.	Leistung des Dampfgezeuges.								Beobachtete Leistung in Pferdekräften.	Polderwasser Wasserstand + oder — Sommerpegel. Niederl. Ell.		Schieboden Wasserstand + oder — Schiepegel. Niederl. Ell.		Unterschied d. Wasserstände zw. Polder u. Schie.		Anmerkung.
	Stunden Gang.	Spiele pro Minute.	Umgänge des Rades pr. Minute.	Kohlenverbrauch in Niederl. Pfd.			Gehobene Wassermenge.									
				Anmachen.	Arbeitszeit.	pro. Minute.	pro Min. in Cub. Ell.	Im Ganzen in Cub. Ellen.		Am Anfange.	Am Ende.	Am Anfange.	Am Ende.	Am Anfange.	Am Ende.	
Juli. 16.	1 —	26	5	583	167	167	91,085	5465	35	+ 0,01	0,05	— 0,05	— 0,03	1,667	1,747	Der Dampfdruck betrug 0,33 Niedrl. Pfd. pro Qu. Zoll. Das Auspumpen der 3 Polders geschieht bis eine Palme unter den Sommerpegel, wenn dies verlangt wird oder der Wasserstand des Schiebodens es gestattet oder unter Schiepegel steht.
„	1 —	27	$5^1/_2$	„	167	167	96,822	5809	39	— 0,05	— 0,13	— 0,03	0	1,747	1,857	
17.	0,50	29	$5^3/_4$	333	136	163	103,5	5175	40	— 0,02	— 0,07	— 0,01	0	1,737	1,797	
„	2,55	28	$5^3/_4$	„	793	271	101,735	17804	41	— 0,06	— 0,10	— 0,005	+ 0,02	1,782	1,847	
„	0,40	28	$5^3/_4$	„	181	272	99,682	3987	41	— 0,08	— 0,16	+ 0,01	— 0,02	1,817	1,867	
19.	2 —	29	$5^3/_4$	333	600	300	103,253	12390	38	— 0,02	— 0,08	— 0,21	— 0,04	1,537	1,767	
„	2,25	28	$5^3/_4$	„	725	300	99,423	14416	40	— 0,08	— 0,17	— 0,04	0	1,767	1,897	
22.	2 —	29	$5^3/_4$	296	399	200	103,753	12450	38	— 0,005	— 0,075	— 0,13	— 0,11	1,602	1,692	
„	0,40	26	5	„	133	200	88,465	3539	34	— 0,075	— 0,085	— 0,11	— 0,03	1,692	1,782	
25.	2,50	27	$5^1/_2$	333	711	251	98,280	16708	39	— 0,05	— 0,12	— 0,045	0	1,687	1,847	
30.	2 —	27	$5^1/_2$	370	370	185	99,484	11938	39	0	— 0,07	— 0,015	— 0,01	1,712	1,787	

Datum.	Leistung des Dampfgezeuges.								Beobachtete Leistung in Pferdekräften.	Polderwasser Wasserstand + oder — Sommerpegel. Niederl. Ell.		Schieboden Wasserstand + oder — Schiepegel. Niederl. Ell.		Unterschied d. Wasserstände zw. Polder u. Schie.		Anmerkung.
	Stunden Gang.	Spiele pro Minute.	Umgänge des Rades pr. Minute.	Kohlenverbrauch in Niederl. Pfd.			Gehobene Wassermenge.									
				Anmachen.	Arbeitszeit.	pro. Minute.	pro Min. in Cub. Ell.	Im Ganzen in Cub. Ellen.		Am Anfange.	Am Ende.	Am Anfange.	Am Ende.	Am Anfange.	Am Ende.	
Aug.																
2.	5,5	27	$5\frac{1}{2}$	333	752	141	98,038	29902	38	+0,005	—0,135	—0,025	0,04	1,697	1,822	Der Sommerpegel wird 1,727 Ellen unter dem Schiepegel gerechnet. Als Pferdekraft ist hier gerechnet 4½ Cub. Ell. Wasser auf 1 Elle Höhe gehoben. Nach dem Contracte muß die Maschine wenigstens 30 Pferdekräfte leisten.
6.	5,41	27	$5\frac{1}{2}$	370	1020	179	98,038	33431	38	+0,01	—0,14	—0,13	+0,01	1,587	1,877	
10.	3,35	27	$5\frac{1}{2}$	333	720	201	98,522	21182	39	+0,01	—0,12	—0,01	—0,01	1,707	1,837	
11.	2,55	27	$5\frac{1}{2}$	296	432	148	95,483	16773	38	—0,06	—0,16	—0,01	—0,10	1,777	1,787	
17.	2,5	26	„	296	408	195	90	11250	34	—0,02	—0,07	—0,05	—0,05	1,697	1,747	
23.	5,30	27	$5\frac{1}{2}$	333	858	156	98,038	32353	38	+0,017	—0,15	—0,06	—0,01	1,650	1,867	
28.	3 —	27	$5\frac{1}{2}$	333	407	136	99,484	17907	38	+0,005	—0,075	—0,04	—0,02	1,692	1,782	
Sept.																
4.	5,30	26	5	407	924	168	91,085	30058	36	+0,067	—0,113	0	+0,04	1,660	1,88	
6.	3,30	26	5	370	518	148	91,085	19128	36	+0,037	—0,078	+0,01	+0,04	1,700	1,845	
8.	5 —	27	$5\frac{1}{2}$	370	814	164	98,764	29629	38	+0,027	—0,133	—0,01	—0,04	1,69	1,82	
10.	5 —	27	$5\frac{1}{2}$	370	516	103	99,721	29916	38	+0,01	—0,07	—0,01	—0,05	1,707	1,747	
16	3 —	25	$4\frac{1}{2}$	370	519	173	82,562	14861	32	+0,027	—0,038	—0,01	+0,06	1,69	1,825	
20.	4 —	26	5	370	740	285	92,800	22272	36	+0,085	—0,045	—0,14	+0,09	1,602	1,862	
22.	7 —	27	$5\frac{1}{2}$	370	1110	158	98,764	41481	39	+0,05	—0,15	—0,01	—0,01	1,667	1,867	
24.	6 —	26	5	370	960	160	88,685	31927	35	—0,015	—0,135	—0,05	—0,035	1,692	1,827	
Oct.																
2.	5 —	27	$5\frac{1}{2}$	370	689	178	97,796	29339	37	0	—0,11	—0,11	—0,09	1,617	1,777	
8.	4,30	28	6	390	702	156	106,158	28663	39	—0,01	—0,146	—0,14	—0,16	1,597	1,713	
16.	5,15	28	6	380	887	169	106,686	33606	41	+0,008	—0,152	—0,08	—0,05	1,639	1,829	
26.	7,20	27	$5\frac{1}{2}$	370	1195	163	101,140	44502	37	—0,10	—0,10	—0,07	—0,06	1,557	1,767	
28.	5,20	27	$5\frac{1}{2}$	370	1034	194	97,554	31217	37	0	0,15	—0,12	0,08	1,607	1,797	
Nov.																
3.	8 —	28	6	370	1548	193	105,09	50143	40	0	—0,20	—0,12	—0,11	1,607	1,817	
12.	8 —	27	$5\frac{1}{2}$	370	1456	182	96,822	46475	38	0	—0,18	—0,05	—0,03	1,677	1,877	
19.	9 —	27	$5\frac{1}{2}$	444	1598	177	98,764	53333	36	+0,057	—0,153	—0,21	—0,10	1,460	1,78	
23.	5,40	28	6	370	986	174	106,158	36094	41	0	—0,16	—0,12	0	1,607	1,887	
27.	7,50	28	6	407	1206	154	105,36	49519	40	+0,01	—0,2	—0,02	—0,2	1,697	1,727	
30.	3 —	26	5	407	480	160	90,22	16240	35	0	—0,078	—0,10	+0,09	1,627	1,895	
Dez.																
3.	2,30	26	5	407	407	163	93,225	13984	36	+0,06	0	+0,03	+0,1	1,697	1,827	
4 u. 5	14 —	26	5	370	2219	158	89,345	75050	36	+0,085	—0,20	—0,03	+0,09	1,612	2,017	
9.	2,45	27	$5\frac{1}{2}$	370	681	247	107,344	17712	38	+0,17	+0,10	—0,06	+0,1	1,497	1,727	
10.	4,30	27	$5\frac{1}{2}$	185	531	118	103,939	28064	39	+0,15	—0,03	—0,10	—0,1	1,477	1,857	
11.	10 —	26	5	296	1628	163	90,44	54264	35	+0,02	—0,09	+0,07	—0,07	1,777	1,747	
13.	7 —	27	$5\frac{1}{2}$	296	1183	169	97,544	40973	36	+0,01	—0,16	—0,12	—0,21	1,597	1,677	
17.	7,40	27	$5\frac{1}{2}$	407	1426	186	97,07	44652	35	—0,02	—0,15	—0,28	—0,1	1,467	1,777	
18.	5 —	27	$5\frac{1}{2}$	296	885	177	93,363	28009	36	—0,10	—0,22	—0,29	—0,01	1,537	1,937	

Ueber ein neues System von Eisenbahnbetrieb.

Dieser letzte Aufsatz betrifft die schon öfter (vergl. auch Eisenbahnzeit. VI., No. 34.) angeregte Frage, ob leichtere Züge und namentlich leichtere Locomotiven nicht den jetzt üblichen schwereren vorzuziehen seien. Als Motto ist der Ausspruch von Belpaire vorangesetzt: „Bei einer schwachen und sich kümmerlich erhaltenden Production ist es vortheilhaft, nur die zu dieser Production aufs Strengste erforderliche Arbeit zu leisten und die Vorbereitungen und anderweit dazu gehörenden Arbeiten auf das möglichste einzuschränken.“ In der That, bei dem geringen Gewinne, welchen die meisten Eisenbahnunternehmungen abwerfen (wenn wir dieselben als blose Börsenspeculationen betrachten), ist es wohl nöthig, darnach zu trachten, die dazu erforderlichen Anlags- und Betriebs-Capitalien möglichst zu vermindern.

Dixon geht in die Geschichte des Eisenbahnwesens ein, um daraus eine Antwort auf die Frage zu suchen, ob das jetzige System verändert und verbessert werden könne. Als vornehmstes Hinderniß ist immer der geringe Verband zwischen den Rädern und den Schienen erkannt worden und unter der großen Menge von vorgeschlagenen Abhelfungsmitteln zeigt sich keins befriedigend. Große Schwere der Locomotiven ist das jetzt allgemein angewendete Mittel und doch ist schon in der ersten Aufforderung der Manchester-Liverpool Eisenbahn zur Concurrenz für Locomotiven als Bedingung ausgesprochen, daß dieselben incl. des Wasservorrathes nicht über 6000 Kilogr. wiegen sollen, da bei größerer Schwere eine schnelle Zerstörung des Weges zu befürchten stehe.

Daß man später hiervon abging, scheint blos in Folge der beanspruchten größern Schnelligkeit geschehen zu sein. Denn indem man durch vermehrte Kraft größere Schnelligkeit zu erhalten wußte, zu größerer Kraft aber einer größern Schwere bedurfte, so vermehrte man die Schwere um größere Schnelligkeit zu erlangen. Man beachtete aber nicht die Proportionen zwischen diesen drei Elementen, denn setzt man bei dem Rocket die Schwere (4500 Kilgr.) gleich 1, so ist die Last, welche sie zog = 3 zu setzen und die Geschwindigkeit (15 engl. Meilen pro Stunde) = 15, während bei den gegenwärtigen Zügen auf der Eastern Counties Eisenbahn die Locomotive gewöhnlich 13 bis 14000 Kilgr. wiegt und einen Zug von mindestens 70000 Kilgr. mit 30 Meilen Geschwindigkeit zieht, also die

Schwere = 3,11; die Kraft = 12,44 und die Schnelligkeit = 30

zu setzen sind. Man sieht also, daß zwar die Schwere verdreifacht, und die Kraft vervierfacht, aber die Schnelligkeit nur verdoppelt ist.

Nach Pambour's Versuchen ergeben sich weiter folgende Verhältnisse:

bei der Locomotive:	Schwere	Kraft	Schnelligkeit
Atlas	2,66	20,66	21
Fury	2,22	26,61	14
Firefly	2,07	10,35	23
Vesta	2,82	11,28	26
auf d. Great-Western Eisenbahn	4,47	7,95	30
also ein Mittel	2,89	14,88	24

Mit einer beinah dreifachen Schwere hat man also nur in der Schnelligkeit die Vermehrung um 9 Meilen erhalten. Die Kraft ist dabei freilich beinahe verfünffacht, aber was nützt dies, wenn man diese Kraft doch nicht verwenden kann. Es ist dies auf den englischen Bahnen trotz ihres enormen Verkehrs der Fall, um so mehr anderwärts. Aus diesem Grunde müssen namentlich alle kleinern Städte diese Verkehrsmittel entbehren.

Bliebe man in den Grenzen der ersten Locomotive auf der Liverpool-Eisenbahn, so brauchten wir statt der jetzigen 24 bis 30 Tausend Gulden kostenden Locomotiven nur solche zu 6 bis 7 Tausend Gulden und die Schienen, die jetzt 5 bis 6000 fl. pro Kilometer kosten, würden nur 3500 fl. kosten. Sollte die Schnelligkeit von 15 Meilen nicht genügen, so könnte man, wie folgende Probefahrten neuerdings bewiesen haben, auch größere Schnelligkeiten erzielen, ohne deshalb die Schwere der Locomotive so bedeutend zu steigern.

Ein englischer Ingenieur ließ sich zu seinem Gebrauch ein solches Wägelchen bauen, wie man es bei uns bisweilen auf der Eisenbahn während des Baues gebrauchen sieht, und fand, daß dieses durch Menschenhände bewegte Fahrzeug eine bedeutende Geschwindigkeit erlangen ließ. Um größere Schnelligkeiten zu erzeugen, versprach er sich viel vom Dampfe und ließ eine sehr leichte Locomotive bauen, deren Achsen so leicht wie die eines Cabriolets und deren Räder von Holz hergestellt waren. Sie erstieg selbst sehr steile Steigungen, aber da der Kessel schlecht gemacht war und die Räder sehr nahe aneinander standen, so beschloß man, Mehreres daran zu verändern und namentlich die Räder 10 Fuß auseinanderzustellen. Auch diese verunglückte, da sie zu leicht gebaut war, aber die nunmehr angebrachten eisernen Räder an stärkeren Achsen befriedigten vollkommen. Die größte Geschwindigkeit betrug 47 englische Meilen (75 Nied. M.) in der Stunde und die mittlere 40 Meilen auf einer Bahnstrecke von 56 Meilen zwischen London und Cambridge.

Neuerdings wird eine Locomotive ähnlicher Art von folgenden Dimensionen hergestellt:

Ein langer Kasten von 4 Fuß 4 Zoll Breite bei 14 Fuß Länge hängt in Federn zwischen 4 Rädern von 3 Fuß 10 Zoll Durchmesser und 10 Fuß Abstand unter einander. Die Achsen haben 3 Zoll Durchmesser und die eine ist ge-

kröpft, um die Kolbenstangen der beiden kleinen Dampfcylinder aufzunehmen. Der Wagenkasten wird durch eine Wand in zwei Abtheilungen getheilt, in deren vorderer der stehende Kessel, die Maschine und der Maschinist sich befindet, während in der hinteren Abtheilung 7 Reisende untergebracht werden können. Cokes und Wasser werden im Sitze des Wagens aufbewahrt. Die Dampfcylinder haben $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und 6 Zoll Höhe. Der Dampfkessel ist 1 Fuß 9 Zoll im Durchmesser weit und ein Röhrenkessel, der 200 engl. Pfd. Dampfdruck pro Quadratzoll aushalten kann. Pro Meile wurden zwei Pfund Brennmaterial gebraucht und die Ausgaben an Cokes, Oel u. s. w. sowie für den Maschinisten betrugen ungefähr 5 Cents pro Meile. Das ganze Gewicht incl. Wasser, Brennmaterial und Reisenden belief sich auf 1100 Kilogr. Um heutiges Tages 7 Reisende fortzubewegen, hat man damit zu beginnen, 20000 Kilgr. todte Masse in Bewegung zu setzen.

Setzt man die Schwere dieser 8 Personen zu 560 Kilgr. an, so findet zwischen dieser Last (Nutzlast) und der Last, die man in Bewegung zu setzen hat (todte Last) das Verhältniß

von 560 zu 540 oder 1 zu 0,96 statt.

Bei einem gewöhnlichen Zuge z. B. auf der Eastern Counties Eisenbahn mit 192 Reisenden beträgt das Totalgewicht 70000 Kilg. und die Nutzlast nur 13000 Kilgr., daher ist das Verhältniß von

Nutzlast : todten Last = 13 : 57 oder = 1 : 4,38.

Auf der Great Western Eisenbahn, wo die Wagen und Locomotiven noch schwerer sind, ist dieses Verhältniß

1 : 10.

Statt also wie hier 10 Kilgr. wegen 1 Kilgr. in Bewegung zu setzen, hat man bei dem obigen Systeme nur 0,96 fortzubewegen.

Nun wird allerdings eingewendet werden, daß mit solchen kleinen, nur 7 Personen fassenden Fahrzeugen einem einigermaßen bedeutenden Verkehre nicht zu genügen sei. Man ist aber auch in diesem Augenblicke beschäftigt, eine Locomotive für 30 Reisende zu construiren, die incl. Reisende nicht über 6000 Kilgr. wiegen soll.

Wenn man die Züge vermehrt und Güterzüge mit Personenzügen abwechseln läßt, so wird man auf zwei Gleisen an einem Tage (zu 10 Stunden) 1200 Reisende und 42000 Kilgr. Güter befördern können. Und diese Einrichtung würde noch überdies für den Reisenden vielerlei Vorzüge gewähren. Ferner ist ein solcher Wagen leichter anzuhalten, indem schon 50 bis 60 Ellen Abstand dazu ausreichen dürften, als die großen jetzt üblichen Züge.

Dieses System also, das sich von dem alten dadurch unterscheidet, „daß es die Frucht trägt, und das andere sie schleppt," würde die größten Vortheile gewähren. Es ermöglicht die Ausdehnung des Eisenbahnnetzes auf die Nebenstraßen, es erfordert weniger Capital, vermehrt die Zahl der abgehenden Züge und Reisegelegenheiten, ermöglicht billige Extrazüge, erspart an Brennmaterial, da weniger todte Last fortgeschleppt wird, gewährt ebenso große oder noch größere Sicherheit.

Ueber Berieselungen

von

Laurenz und Thomas.

Tafel XV.

Das Octoberheft des Bulletin de la Societé d'Encouragement 1848 enthält einen interessanten Aufsatz über Berieselungen nebst der Beschreibung einer von den Verfassern ausgeführten derartigen Anlage bei Soissons. Wir theilen denselben im Folgenden im Hauptsächlichsten mit.

Gewöhnlich wird das Wasser durch Leitungen von oft bedeutender Länge herbeigeführt. Ein solcher Canal, der das Wasser für die Ueberrieselungsanlage von Ciry-Salsogne aus der Vesle hätte entnehmen können, würde aber bei dem geringen Gefälle dieses Flüßchens eine so bedeutende Länge erhalten haben, daß man aus Furcht vor nöthig werdenden Auskaufungen und Erwerbungen oberhalb gelegener Wasserwerke sich für die Herstellung einer Wasserhebungsmaschine entschied.

Natürlich mußte man sich alsdann aber auch auf die geringste Höhe zu beschränken und daher das Gefälle der Gräben möglichst gering anzunehmen suchen. Obgleich die Praxis bisher sehr ansehnliche Abhänge eingeführt hat, so hat doch im vorliegenden Falle die Erfahrung bewiesen, daß man hierbei nur den Gesetzen der Hydraulik zu folgen nöthig hat, und daß sehr schwache Abhänge genügen, wenn nur die Zahl der Gräben und Beete genügend groß angenommen wird und man dem Wasser möglichst kurze und gerade Wege anweist.

Die zu berieselnde Fläche betrug 110 Hektaren; die Höhe, bis zu welcher das Wasser über den gewöhnlichen Wasserstand der Vesle zu heben war, 4 Meter. Ein Canal von 800 Meter Länge (Aufschlags- und Abzugsgraben zusammengenommen) verschaffte mittelst eines Wehres, indem er eine starke Krümmung der Vesle durchschnitt, 2,3 Meter Gefälle und eine Wasserkraft von 40 Pferden. Die zu liefernde Wassermenge wurde zu 300 Liters pro Secunde oder ungefähr 1000 Cub. Meter pro Stunde angenommen.

Für solch eine Wassermenge war es nicht leicht, eine zweckmäßige Hebemaschine zu finden. Ein Schneckenrad hätte mindestens 9 Meter Durchmesser erhalten müssen; dieselbe Größe wäre zu einem Schöpfrade nach der Construction des Rades zu Saint-Ouen verlangt worden und solche Räder sind dann sehr kostbar. Pumpen würden nicht billiger gewesen sein und hätten hinsichtlich der Unterhaltung und Beaufsichtigung jenen noch nachgestanden. Die Noria, die bei geringen Wassermengen gute Dienste leistet, ließ bei so großer Last viel Reparaturen befürchten und würde nicht billiger gewesen sein, als das zu beschreibende Wasserrad.

Die gewählte Maschine ist auf Tafel XV. in Fig. 1. und 2. im Längen- und Querdurchschnitt dargestellt. Es ist dies ein Rad A aus Holz und Gußeisen, dessen Zellen B das Wasser am äußern Umfange schöpfen und am innern gegen das obere Ende ihres Laufes durch Löcher a a im Boden ausgießen.

Hölzerne Gerinne CC treten von beiden Seiten unter die Zellen und nehmen das ausgegossene Wasser auf, und man hat deren zwei in ½ Meter Abstand übereinander angebracht, weil für einen Theil des Terrains das Wasser blos 3,5 Meter hoch gehoben zu werden brauchte. Man erreicht übrigens hierdurch auch einen bessern Nutzeffect für das Rad.

Das Schöpfrad hat 5,9 Meter Durchmesser und 1,25 Met. Weite. Es besteht aus zwei gußeisernen Kränzen DD, die mittelst Rippen die Schaufeln der Zellen und die Bodenbretter tragen. Acht gußeiserne Streben verbinden die Kränze untereinander und dienen zu ihrer Befestigung an den Armen. Die gußeiserne Nabe E an der hölzernen Welle F nimmt die beiden achtarmigen Radarmsterne und den hölzernen Kranz G auf. Die Bretter zu den Zellen sind blos aneinander gestoßen und durch sorgfältiges Anstreichen dicht gemacht. Die beiden gußeisernen 0,615 Met. breiten Kränze wiegen zusammen 2365 Kilgr. und bei ihrer Größe würden sie jedenfalls von Holz theurer geworden sein, als von Gußeisen.

Seit drei Jahren arbeitet die Maschine ohne Tadel. Der ganze Aufwand beschränkt sich auf das Schmieren der Zapfen. Zwei bis drei Umdrehungen pro Minute genügen

zu der verlangten Wassermenge; bei 3 Touren bekommt man 350 Liters pro Secunde.

Das Wasser des Flusses tritt in ein gemauertes Bassin H, in welches das Schöpfrad eintaucht, und seine Quantität wird durch eine Schütze I regulirt.

Als Motor dient ein in Fig. 3. und 4. in kleinerem Maaßstabe im Auf- und Grundriß dargestelltes Kropfrad J mit gemauertem die Schaufeln genau umschließenden Kropfe; es ist ganz von Holz gebaut und nur die Arme stecken in gußeisernen Hülsen. Das Rad leistet 22 Pferdekräfte, wovon blos ⅔ gebraucht werden.

Ein verlangsamendes Vorgelege überträgt die Bewegung an das Schöpfrad.

Beide Räder sind ungefähr in der Mitte der zu überrieselnden Wiesenfläche aufgestellt. Von der Radstube gehen zwei aus dem beim Grabenbau ausgestochenen Erdreiche errichtete Dämme nach den verschiedenen Seiten, welchen die Hauptvertheilungscanäle eingeschnitten sind, und welche, der eine stromaufwärts, der andere stromabwärts, dem höchsten Niveau des Terrains folgen und ihr Wasser zu beiden Seiten abgeben. Da das Terrain auf der stromabwärts liegenden Hälfte weniger Höhe fordert, so ist dieser Graben 0,5 Meter tiefer am Fassungspunkte.

Die Abtheilung aus diesen Hauptvertheilungscanälen, deren Dämme üppig berasen, geschieht durch hölzerne Gerinne, welche das Wasser in die Berieselungsgräben führen.

Man bewässert pro Stunde eine Hektare, wenn der Boden gut berast ist; anfänglich aber brauchte der sandige Boden zwei und selbst drei Stunden.

Was nun die Kosten der ganzen Anlage und ihren Gewinn anlangt, so wird der Preiß der Hektare Land höchstens zu 1200 Francs anzusetzen sein. Die Kosten der Maschinenanlage betragen 653 Frcs., diejenigen der Erdarbeiten 255 Frcs., das Besäen 92 Frcs., also im Ganzen kostet die Hektare 2200 Frcs., wofür in Berücksichtigung der ungünstigen Beschaffenheit des Bodens, welche Spundwände und andre ungewöhnliche Verwahrungen nöthig machte, 2100 Frcs. gesetzt werden.

Die Betriebskosten werden angesetzt zu

8,20	Frcs.	für Aufsicht der Ueberrieselung
3,70	„	„ Schmierung und Unterhaltung d. Maschine
50	„	„ Heuerntearbeiten
4	„	„ Abgaben
65,90	Frcs.	in Summa.

Da nun bei der ersten Ernte 1000 und bei der zweiten 500 Bündel Heu zu 5 Kilgr. pro Hektare gewonnen werden, und 100 Bündel mit 25 Frcs. bezahlt werden, so beträgt die Einnahme pro Hektare 375 Frcs. und nach Abzug der Unterhaltungskosten an 65,9 Frcs. verbleiben 309 Frcs. 10 Cent. als reiner Gewinn pro Hektare. Die

Umwandlung des obigen Terrains in Wiesen stellt sich also als eine sehr vortheilhafte Speculation heraus.

Um die erforderliche Wassermenge zu bestimmen, waren vor Beginn der Anlage einige Versuche angestellt worden, welche Folgendes ergeben.

Die Berieselung eines etwas festeren, mit Runkelrüben und Erdäpfeln bepflanzten Bodens forderte pro Hektare 2500 Cub. Met. — 1 Hekt. Luzern-Klee, der nicht gut aufgegangen war, absorbirte 1800 Cub. Met.; dicht gesäeter und gut gekommener fordert 1300 Cub. Met.

Die Zahl der Ueberrieselungen ist verschieden; im südlichen Frankreich reicht eine Ueberrieselung alle 14 Tage in den 5 bis 5½ Monaten vom April bis zum September aus. Für die Maschine zu Salsogne waren Pausen von 14 Tagen angenommen und die Wassermenge zu 2500 Cub. Met. pro Hektare, und da die 110 Hektaren nur nach einander bewässert werden sollten, so konnte das Wasser nicht mangeln. Anfänglich brauchte man 3000 bis 3500 Cub. Met. pro Hektare, doch vermindert sich die Menge nach zwei bis drei Jahren auf 800 Cub. Met. Da nun 10 bis 11 Ueberrieselungen schon sehr gute Ernten garantiren, so beträgt im Soissonnais die erforderliche Wassermenge pro Jahr nur 8800 Cub. Met. oder wenn man dafür 9000 Cub. Met. setzt, so beträgt der Wasserverbrauch pro Secunde und Hektare (die Zeit zu 150 Tagen angenommen) 17 Liter.

Bei der Vergleichung der verschiedenen möglichen Bewässerungsanlagen sind

1. die Wasserzuleitungsvorrichtungen,
2. die durch Wasserräder getriebenen Hebemaschinen,
3. Anlagen, bei denen die beiden vorigen Systeme gemischt vorkommen,
4. die Dampfmaschinen

in Betracht zu ziehen und der hier mitgetheilte Artikel spricht sich darüber folgendermaßen aus.

1. Wasserzuleitungsvorrichtungen sind leicht herzustellen in gebirgigen Gegenden, wo sich zahlreiche Wasserläufe mit starkem Gefälle finden und daher durch kurze Grabentouren das Wasser auf die höchsten Niveaus der zu bewässernden Ländereien gebracht werden kann. Ebene Gegenden sind dagegen hierzu weniger günstig, weil das geringe Gefälle der Wasserläufe lange Zuleitungscanäle nöthig macht, welche viele fremde Ländereien, Wege u. dergl. zu durchschneiden haben, kostbare und zahlreiche Kunstbaue nöthig machen und in Ermangelung gehöriger Gesetzgebungen oft am Widerspruche der Nachbarn scheitern. Hier ist also dieses Bewässerungssystem, welches große Anlags- und nicht unbedeutende Unterhaltungskosten verursacht, sehr oft weniger zweckmäßig als dasjenige mit Maschinen.

2. Die Bewässerung mittelst Wasserrädern ist nach dem citirten Beispiele für große Besitzungen sehr vortheilhaft. Es verdient allgemeiner Nachahmung und die durch die großen Mühlenanlagen nach amerikanischem System hier und da eingegangenen kleinen Mühlen würden dazu brauchbare Umtriebsmaschinen liefern. Ja es kann dabei sogar die Müllerei fortbestehen, da die Ueberrieselungen nicht unausgesetzt fortgehen.

Die Kraft einer Mühle mit einem Gange würde das zur Bewässerung von 40 Hektaren erforderliche Wasser auf 4 bis 5 Meter Höhe zu heben gestatten, und diese Höhe würde meistentheils nicht nöthig sein, um die benachbarten Fluren zu bewässern. Man kann die erforderlichen Herstellungskosten für Erdarbeiten, Nivellements, Maschine zu 20 bis 22000 Frcs. anschlagen und der Gewinn im Ertrag beträgt 200 Frcs. pro Hektare, so daß wenige industrielle Anlagen gleiche Procente abwerfen dürften.

3. Gemischte Systeme würden bei großen Fluren eine wichtige Stelle einnehmen. Die Canäle sind alsdann nach ganz andern Rücksichten zu legen und können gleichzeitig zum Transport des Düngers und der landwirthschaftlichen Producte benutzt werden; man wird sie nur durch Ländereien führen, welche sich besonders dazu eignen u. s. w.

4. Die Anwendung von Dampfmaschinen läßt sich nur in Gegenden denken, wo der Preis der Steinkohle entsprechend niedrig steht. Vorausgesetzt z. B. daß das Wasser 5 Meter hoch zu heben ist, die Tonne Steinkohle 24 Frcs. kostet und die zu bewässernde Fläche 100 Hektaren beträgt, so würde eine Dampfmaschine von 7 Pferdekräften erfordert. Eine solche kostet etwa, Alles in Allem, 20000 Frcs. und die eigentliche Bewässerungsanlage 250 Frcs. pro Hektare, so daß die Anlagskosten 25000 Frcs. betragen. Die Unterhaltung ist ferner zu veranschlagen

an Kohlenverbrauch zu	1800 Frcs.
Heizen, Schmiere und Unterhaltung	1500 „
Wartung der Berieselung	820 „
Interessen zu 5 Procent	2650 „
Summa	6770 Frcs.

Wenn sich nun der Mehrertrag der Ländereien zu mindestens 200 Frcs. pro Hektare ansetzen läßt, so würden nach Abzug der obigen Kosten 13230 Frcs. jährlicher Gewinn ausfallen.

Bullet. d. l. Societé d. Enc. Oct. 1848.

Leçons de Mécanique Pratique

par

A. Morin.

Paris 1846. Mathias (Augustin): 3 vol.

Morin gehört zwar nicht zu denjenigen Mechanikern, die durch Orginalität der Auffassung oder durch neue Theorien das Studium der Mechanik gefördert, oder ihr Gebiet erweitert haben, aber er verdient dennoch deshalb einen höhern Rang in der mechanischen Literatur, weil er populär schreibt, und durch zahlreiche Versuche im Felde der Mechanik mit den practischen Bedürfnissen vertraut geworden, Dasjenige hervorzuheben versteht, was der Praktiker bedarf und sucht.

Obiges bis jetzt noch nicht vollendete Werk ist eine für seine Zuhörer am Conservatoire des Arts et Métiers und die Unterofficiere der Artillerie bestimmte Sammlung von Monographieen, deren erster Band die Prinzipien der Mechanik und Resultate der Versuche, der zweite die Hydraulik und der dritte die Dampfmaschinen enthält. In der Darstellung ist Alles vermieden, was irgend zur Lösung der zu behandelnden Fragen entbehrlich war; bei der Discussion der Erfahrungsresultate und bei andern Auseinandersetzungen ist sehr gewöhnlich der graphische Weg eingeschlagen worden, um sichtlich zu geben, was der Calcul oft nur schwierig findet. Uebrigens sind Poncelet's Formeln und Ableitungen befolgt.

Der erste Theil zeigt sogleich die Vorzüge dieser Behandlungsweise, und die zweckmäßige Vertheilung von Anwendungen unter die theoretischen Untersuchungen kann nur das Interesse für das Vorgetragene erhöhen. Ein Abschnitt behandelt auch die Dynamometer und ihre Anwendung, und die letzte Hälfte dieses Bandes giebt die Erfahrungen über die passiven Widerstände.

Die Hydraulik bildet einen zweiten stärkeren Band, der ganz nach Art des ersten behandelt ist und in der Abtheilung über die Wasserräder viele aus mannichfachen Erfahrungen geschöpfte, für den Praktiker gewiß in hohem Grade willkommene Resultate mittheilt. Ihnen folgt ein Abschnitt über die Anlage von Wasserwerken, in welchem die abgeleiteten Regeln zusammengestellt und durch Beispiele erläutert werden.

Der dritte Band von den Dampfmaschinen enthält ohne Zweifel das meiste Neue und Eigenthümliche, obgleich die vorgetragene Theorie auch nur die weitere Ausführung zweier früher bekannt gewordenen Abhandlungen des Verfassers über diesen Gegenstand ist. Sehr zweckmäßig ist es, daß die nähere Beschreibung der Dampfmaschine als bekannt vorausgesetzt wird. Die Theorie Morin's beruht bekanntlich auf den Formeln Poncelet's und neu ist nur die Anwendung der Gesetze der Bewegung von Flüssigkeiten auf die Bestimmung der Widerstände. Dieses Verfahren führt aber auf sehr wichtige Resultate und Regeln zur Verminderung dieser Widerstände, und es wird uns gestattet sein, hierüber Näheres mitzutheilen.

„Die Anwendungen, sagt Morin §. 95., die wir von den Gleichungen der §§. 71 u. folg. auf verschiedene Systeme von Maschinen gemacht und die genügenden Uebereinstimmungen, die wir zwischen den Resultaten der Rechnung und Beobachtung erlangt haben, beweisen, daß man auf die Circulation des Dampfes in den verschiedenen Röhren und Oeffnungen die gewöhnlichen Regeln der Bewegung der Flüssigkeiten mit einer für die Praxis genügenden Sicherheit anwenden kann, indem man von der Gleichzeitigkeit der Bewegung des Schiebers und Kolbens absieht, und die Oeffnungen vollkommen offen, den Kolben aber mit einer constanten mittleren Geschwindigkeit begabt annimmt.“

Die Betrachtung dieser Gleichungen zeigt uns übrigens, daß die Differenz des Druckes im Kessel und im Cylinder der Dichtigkeit des Dampfes, dem Quadrate der Kolbengeschwindigkeit, dem Quadrate des Verhältnisses der Kolbenfläche zum Dampfrohrquerschnitte und einem andern zusammengesetzten Factoren proportional ist.

Hieraus folgt zunächst, daß, um eine constante und von der Größe der Maschine unabhängige Differenz der Pressungen zu erlangen, man bei einem bestimmten Constructionssysteme für alle Kräfte die Kolbengeschwindigkeit und das Verhältniß der Kolbenfläche zum Dampfrohrquerschnitte und demjenigen der Oeffnungen constant annehmen müsse.

Was die Pressung anlangt, so folgen alle Maschinenbauer dieser Regel. Die Geschwindigkeit nehmen aber Einige constant gleich 1 Meter pro Secunde an und Andere, z. B. Watt, lassen, um eine Rotationsgeschwindigkeit zu erhalten, die bei wachsender Kraft nicht zu sehr abnimmt, die Geschwindigkeit von 0,9 bis 1, ja bis 1,25 oder 1,3 Meter wachsen bei fortschreitender Stärke der Maschine. Diese Geschwindigkeit ist also durchgängig ziemlich gering.

Man könnte übrigens der Bedingung einer gleichförmigen Pressung entsprechen, wenn man das Verhältniß des

Kolbendurchmessers zum Durchmesser des Dampfrohres im umgekehrten Verhältniß der Geschwindigkeit variiren ließe. Aus diesem Grunde ist und muß dieses Verhältniß bei den Locomotiven viel größer sein, als bei feststehenden Maschinen; doch kann man sich bei Letzterem, wo die passiven Widerstände einen um so geringeren Einfluß haben, je größer die Maschine ist, die so eben angedeutete Compensation ersparen, und trotz des steigenden Wachsens der Geschwindigkeit dem Verhältniß der Kolbenfläche zum Röhrenquerschnitte seinen constanten Werth lassen.

Was den zweiten Factor anlangt, so zeigen die gegebenen Beispiele, daß die Glieder, welche die größten Werthe erhalten und folglich den größten Einfluß ausüben, diejenigen sind, welche sich auf die durch die Regulirungsklappe und den Expansionsschieber hervorgebrachten Querschnittsverminderungen und die Reibung des Dampfes in den Röhren beziehen. — Diese Beispiele lehren, daß im Normalzustande, wenn das Drosselventil $^3/_4$ des Rohrquerschnitts frei läßt, der Verlust an lebendiger Kraft in dieser Oeffnung gering genug ist, um dieses Verhältniß, welches dem Watt'schen nahe kommt, als Basis für die Construction annehmen zu können, wenn im Uebrigen die Einrichtung getroffen wird, nöthigenfalls den ganzen Querschnitt öffnen zu können, im Fall zufällig die Kraft der Maschine vermehrt werden müßte.

Bei den Expansionsventilen ist kein Grund vorhanden, warum man den von ihnen geschlossenen Oeffnungen einen geringern Querschnitt geben sollte, als dem Dampfrohre; man muß sie also so einrichten, daß jede Verengerung möglichst vermieden wird.

„Die Arbeit der Reibung bei der Bewegung des Dampfes in dem Rohre hängt von dem Verhältniß der Länge desselben zu seiner Weite ab, und man kann als Regel aufstellen, daß dieses Verhältniß nicht 100 bis 120 bei Niederdruckmaschinen, und nicht 150 bis 200 bei Hochdruckmaschinen überschreiten darf, was verlangt, daß die Kessel so nahe als möglich bei den Maschinen aufgestellt werden. Sollte man in gewissen Fällen genöthigt sein, die Länge der Dampfrohre zu vermehren, so muß man ihren Durchmesser in ähnlicher Weise und soviel wie möglich proportionell wachsen lassen."

„Den angegebenen Bedingungen geschieht meistentheils bei den stationären Maschinen Genüge und dann zeigt Rechnung und Erfahrung, daß bei den von geschickten Maschinenbauern angenommenen Proportionen die Differenz der Pressung im Kessel von der gleichförmigen im Cylinder sich herstellenden Pressung gewöhnlich so schwach ist, daß man sie in den praktischen Leistungsformeln mit Correctionscoefficienten gleich annehmen kann, indem man die Differenz mit im Coefficienten begreift. Und da wir soeben sahen, daß bei einem Systeme von Maschinen, in welchem die Verhältnisse constant sind, die Differenz der Pressungen oder der Fehler, den man begehen würde, wenn man sie gleich annimmt, in einem constanten Verhältniß mit der Pressung im Kessel und folglich mit der Kraft der Maschine steht, so folgt, daß das Verhältniß des Nutzeffects zur theoretischen Leistung in Bezug auf diesen Fehler eine constante Größe sein muß."

Aus zahlreichen Versuchen werden dann die Coefficienten bestimmt, welche das Verhältniß zwischen der theoretischen und effectiven Leistung bestimmen, genau so wie es bei den Wasserrädern geschehen ist.

Dann folgt ein Abschnitt, in welchem für die verschiedenen Systeme von Maschinen die Regeln für ihren Bau und die Verhältnisse ihrer Theile entwickelt werden und ein anderweiter Artikel über die Apparate der Vertheilung.

In letzterem Abschnitte werden an geometrischen Constructionen die Wirkungen des Voreilens und Ueberdeckens der Schieber, der Dampfabführung nach dem Condensator von oben oder unten aus dem Cylinder, der schiefen Stellung der Kurbstangen und dergl. erläutert und daraus Regeln für die zu wählenden Dimensionen und Geschwindigkeiten abgeleitet.

Den Schluß dieses Bandes bilden Untersuchungen über das Trägheitsmoment, welches den Schwungrädern der verschiedenen Systeme von Dampfmaschinen zu geben ist, und auch hier wird oft durch graphische Methoden eine größere Rechnung entbehrlich gemacht. Alle aufgestellten Formeln haben die Form

$$P\,V^2 = K.\,\frac{nN}{m}$$

wo n einen Coefficienten für die Regelmäßigkeit,
N die effective Leistung der Maschine,
m die Umdrehungszahl des Schwungrades pro Minute,
K den Wirkungsgrad der Maschine,
V die Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrades im Mittel des Ringes,
P das Gewicht des Schwungrades

bedeutet; und führt man für n den Werth 32 nach Watt ein, so giebt folgendes Täfelchen die numerischen Werthe dieser Coefficienten für die verschiedenen Systeme von Maschinen.

Art der Maschine.			Coefficient der Formel $P V^2 = K \frac{n N}{m}$ K	für n = 32 $P = 32 K \frac{N}{m V^2}$ 32 K
Mit vollem Dampf, mit oder ohne Condensation	mit Balancier	Kurbelstange = unendlich groß	4647	148704
		6 Kurbellängen	5227,3	165524
		5 „	5528,2	176902
		4 „	3829,4	186541
	ohne Balancier, Kurbelstange = 5 Kurbellängen		5592	178944
Maschinen mit 1 Cylinder, 5 Atmosphären Pressung, Expansion und Condensation	Mit Balancier. Die Expansion beginnt bei einem Hube =	1/3	7203,6	230515
		1/4	7618,5	243792
		1/5	7843	250976
		1/6	8103,8	259322
		1/7	8315	266608
		1/8	8449,4	270381
	ohne Balancier, Expansion bei 1/5		6665,5	213296
Oscillirende Maschine von Cavé, mit Condensation, Expansion bei 1/3			7442,2	238150
Maschine mit 2 Cylindern nach Woolf. Expansion u. Condensation; 4,5 Atm. Druck. Balancier. Kurbelstange = 5 Kurbellängen.	Expansion 4,5; blos im großen Cylinder		5558	177882
	Expansion 7,5; beginnt bei 2/3 des Hubes im kleinen Cylinder		6031	192992
Maschine mit 1 Cylinder. Hochdruck. Expansion, ohne Condensation	5 Atmosphären Druck. Mit Balancier. Kurbelstange = 5 Kurbellängen	Expansion bei 1/2	7080,3	226569
		1/3	8186	261932
		1/4	9218,4	294986
		1/5	10231,3	327402
	Kurbelstange = unendlich, Expansion	1/3	7063,5	226032
	6 Atmosphären Druck. Mit Balancier. Kurbelstange = 5 Kurbellängen	Expansion bei 1/2	6974,7	223190
		1/3	7948,9	254365
		1/4	8913,5	285232
		1/5	9694,6	310227
		1/6	10651,1	340835
	Ohne Balancier. Expansion = 1/4		8597,5	275120
	Mit oscill. Cylinder. Expansion = 1/2		7291,5	233328
Maschine mit vollem Dampf, ohne Balancier. Kurbelstange = 5 Kurbellängen	Kurbel einfach		5592	178944
	„ gekröpft, rechtwinklig		1531,3	49002
	„ dreifach gekröpft		415,7	13302
Maschine mit Expansion und Condensation. Ohne Balancier. 5 Atmosphären Druck. Kurbelstange = 5 Kurbellängen. Expansion = 1/5	Kurbel einfach		7619,3	213818
	„ doppelt gekröpft		1818,7	58198
	„ dreifach „		637,3	22035

* Fügt man noch hinzu, daß bei Niederdruckmaschinen mit Balancier der Durchmesser des Schwungrades gleich dem 3 bis 3,5fachen Kolbenhube, — bei Maschinen mit 2 Cylindern, Expansion und Condensation mit Balancier, gleich dem 3,5 bis 4fachen Kolbenhube, — bei Maschinen mit 1 Cylinder, Hochdruck, mit oder ohne Expansion, mit Balancier, gleich dem 4 bis 4,5fachen Kolbenhube, gemacht wird, so hat man alsdann alle Data zur Bestimmung der Dimensionen des Schwungrades für irgend ein System von Dampfmaschinen.

Auf die Stärken, welche den Maschinentheilen zu geben seien, ist Morin weder bei den Wasserrädern noch bei den Dampfmaschinen eingegangen; er verspricht hierüber in einem 4ten Bande von der Festigkeit der Materialien zu handeln.

Wenn man die populäre Darstellung Morin's, die gute Wahl des Stoffes, die praktische Auffassung desselben an dem vorliegenden Werke mit Vergnügen wahrnimmt, so kann man nur wünschen, daß der versprochene vierte Band sich bald anreihen möchte, und muß sich wundern, daß sich zu den vorhandenen Bänden bis jetzt noch kein Uebersetzer gefunden habe.

K. B.

Notiz

über

die Entfernung der Felsen am Eintritt in den Hafen des Croisic.

Diese Felsen, welche bei Fluthzeiten nur 3 Mtr. hoch mit Wasser bedeckt lagen, waren der Schiffahrt so nachtheilig, daß im Jahre 1839 die Regierung ihre Entfernung bis zu 1 Mtr. Tiefe unter den niedrigsten Ebben beschloß, was die Entfernung einer Felsenmasse von 2200 Cubicmtr. nöthig machte.

Gournerie, Ingenieur des ponts et chaussées, beschreibt den Verlauf dieser Arbeit im 3. Hefte der Annales des ponts et chauss. vorigen Jahres, und wir bedauern über diese Abhandlung hier nur eine kurze Notiz geben zu können.

Obwohl die Fluthen im Croisic geringer, als im Kanale sind (sie betragen 5 Mtr.), so war doch die Entfernung dieser Felsen eine schwierige Aufgabe, da die Strömung sehr heftig ist (die Geschwindigkeit steigt bis zu 2,04 bis 3,28 Mtr.), und dieser Tract von zahlreichen Schiffen befahren wird. Der Felsen ist eine Art Granit, aber sehr zerklüftet, so daß die Löcher schlecht werfen, ob er gleich für die Spitzhacke noch zu fest ist.

Anfangs versuchte man durch Arbeiter, die auf den Klippen selbst standen, Löcher schlagen zu lassen, gab aber diese Methode bald deshalb auf, weil sich die 6 Centimtr. weiten Bohrlöcher schnell mit dem vom Wasser herzugeschwemmten Sande füllten, und es überhaupt nur selten so niedrige Ebben gab, um auf diese Weise arbeiten zu können. Man gewann jährlich kaum 50 Cubicmtr.

Man stellte nun die Arbeiter auf zwei durch eine Brücke verbundene Pontons und ließ sie von da aus die Löcher schlagen, was schon bei 2 Mtr. Wasserbedeckung möglich war. Allein das unaufhörliche Schwanken machte selbst bei ruhigem Wetter ein unaufhörliches Anspannen oder Nachlassen der Ankertaue nöthig und erschwerte die Arbeit sehr. Auch wurden die Verstopfungen mit Sand viel lästiger und man mußte endlich auch diese Methode aufgeben.

Jetzt brachte man ein am Felsen mit Eisenstangen befestigtes Arbeitsgerüst an und glaubte durch lange Bohrer, welche zur Abhaltung des Sandes durch Hanfwülste in die Löcher gesteckt waren und von Lehren geleitet wurden, leichtere Arbeit zu erzielen, aber gegen diese Methode trat die Zahl ein- und ausfahrender Schiffe nachtheilbringend auf, indem sie oft die Arbeitsbrücke beschädigten und also viel Zeitverluste verursachten.

Eben so wenig glückte ein anderer Versuch, auf dem Felsen Kästen aufzusetzen, in welchen gearbeitet werden sollte. Sie hatten doppelte Wände, zwischen welchen Lehm eingestampft wurde und waren mit eisernen Klammern befestigt; aber, da sie noch weniger sichtbar waren, als die Arbeitsbrücke, so erfuhren sie von den Schiffen nur noch mehr Anstöße.

Die Kosten der Gewinnung betrugen in der letztern Zeit 206 Francs pro Cubicmtr.

Da nun fast alle üblichen Methoden versucht worden waren, bis auf die Taucherglocken und Kästen ohne Boden, wie sie von Dufresne in Cherbourg angewendet worden sind, Letztere aber auch nur bei ziemlich ebener Oberfläche der Felsen und geringer Meeresströmung anwendbar erschienen, für die Taucherglocke aber die dazu erforderlichen festen Gerüste oder Schiffe, wie oben gezeigt wurde, nicht hergestellt werden konnten, überdies diese Methode wegen der starken Strömung gefährlich und wegen der geringen Zahl von Arbeitern sehr schleppend geworden sein würde, so war man nicht wenig in Verlegenheit, auf welche Weise man die angefangene Arbeit werde zu Ende führen können.

Während dieser Bemühungen wurde dem ausführenden Ingenieur (dem oben genannten Berichterstatter) eine Abhandlung von Coulomb vom Jahre 1778, worin ein pneumatischer Apparat zur Entfernung von Felsen in der Seine bei Quilleboeuf angegeben wird, und welche die Sanction der Académie des Sciences erhalten hatte, bekannt, und es ergab sich, daß derselbe, wenn daran verschiedene Veränderungen vorgenommen würden, vortheilhaft angewendet werden könne.

Dieser von Coulomb mit dem Namen bateau à air belegte Apparat erhielt folgende Einrichtung:

Er besteht aus einem Fahrzeuge, in dessen Mitte eine oben geschlossene, unten offene Arbeitskammer angebracht ist. Man führt es aus dem Hafen, ehe die Strömung stärker wird, und steuert es über die Arbeitsstelle, wenn dieselbe nur etwa 2,25 Mtr. hoch mit Wasser bedeckt ist, legt es sicher vor Anker und beschwert es mit Ballast, bis es aufsitzt. Nun steigen die Arbeiter in die Arbeitskammer durch ein Mannsloch in der Decke hinab und Letzteres wird wieder festgeschlossen. Hierauf wird die Luft in der Kammer durch Pumpen comprimirt, wodurch der Wasserspiegel allmählig zum Sinken kommt, und endlich das Wasser ganz verdrängt wird.

Die Arbeiter, die bis dahin auf einem mittleren Gitterboden gesessen haben, steigen nun auf den Felsen hinab, schlagen ihre Löcher, zertreiben die Blöcke und schaffen dieselben fort, ohne vom Wasser genirt zu werden. Während dieser Zeit sind die Pumpen unaufhörlich in Thätigkeit, um die innere Luft zu erneuen. Sobald das Meer über 2 Mtr.

hoch angeschwollen ist, wo die Schiffe wieder zu passiren anfangen, macht man das Fahrzeug wieder flott.

In der hier auszugsweise mitzutheilenden Abhandlung wird nun zunächst die Größe der Arbeitskammer so ermittelt, daß die Dauer der Schichten (Arbeitszeiten, sessions) hinreichend groß wird, wobei natürlich auf Ebbe und Fluth wesentlich Rücksicht zu nehmen war. Die günstigsten Verhältnisse stellten sich heraus, wenn die Tiefe der Eintauchung des Schiffes 2,25 Mtr. betrug, in welchem Falle eine Schicht zu allen Zeiten über 3 Stunden dauerte. Da der obere durch ein Eisengitter abgetrennte Theil der Arbeitskammer, die Wartekammer, wo die Arbeiter das Entleeren des Raumes erwarten, nur 2,15 Mtr. über den Boden befindlich ist, so ist allerdings anfangs dieses Gitter ein Decimtr. hoch mit Wasser bedeckt, was aber nicht viel schadet. Im Querschnitt mißt die Arbeitskammer 3 Mtr., auf 3,6 Mtr., da ein größerer Raum die Lenkung des Schiffes erschwert haben würde.

Es mußte nun weiter untersucht werden, welche Kraft zur schnellen Zusammenpressung der innern Luft erfordert werde. Die Comprimirung erfolgt durch eine Dampfmaschine, welche jedenfalls der Bewegung durch Menschenhände vorzuziehen war. Die Maschine arbeitet mit 2 Pferdekräften und vertreibt das Wasser aus der Arbeitskammer in 8 Minuten und einigen Secunden, doch ist diese Zeit oft viel größer, wenn das Schiff auf Sand aufsitzt, welcher an den Rändern dicht abschließt.

Weiter war zu untersuchen, ob durch die Zahl der Arbeiter die Luft wesentlich verschlechtert werde, obgleich die fortwährende Thätigkeit der Pumpen Solches nicht erwarten ließ. In der Arbeitskammer sind nämlich 9 Mann mit der Spitzhacke oder 16 mit Bohren beschäftigt, so daß mit Einschluß des Aufsehers höchstens 17 Menschen darin befindlich sind. Hierzu kommen 4 Argand'sche Lampen. Das Resultat ist aber völlig beruhigend, indem höchstens 0,0049 Kohlensäure in der Luft enthalten sein können.

Um das Schiff zum Aufsitzen zu bringen, ist ein bedeutendes Quantum Ballast nöthig, da schon allein der Druck der comprimirten Luft 25 Tonnen beträgt. Man wendet gewöhnlichen und außerordentlichen Ballast an, wovon jener, der zum Erzielen der nöthigen Stabilität bestimmt ist, aus altem Eisen besteht, während der außerordentliche zum Versenken des Schiffes bestimmte Ballast, welcher in kurzer Zeit eingenommen und ausgeworfen werden können und sich gleichförmig vertheilen muß, aus Meerwasser selbst besteht. Man läßt dieses durch große Ventile ein, und pumpt es zum Ende der Arbeit mit derselben Maschine heraus, welche zur Comprimirung der Luft dient. Der Ballast befindet sich in einem die Arbeitskammer umschließenden Raume, welcher sie auf beiden Seiten halbcylindrisch abrundet und dem Schiffe die Form eines Brückenpfeilers giebt. Auch unten rundet sich dieses Behältniß so ab und

bildet einen hervorragenden Rand, auf welchem das Schiff aufruht. In diesem Rande und unmittelbar darüber, ist der gewöhnliche Ballast eingelegt (ungefähr 17 Tonnen), was beim Fahren eine große Stabilität giebt und beim Aufstehen eine weitere Unterstützung unnöthig macht. Der außerordentliche Ballast, 31,65 Cubicmtr. Wasser, müßten nach Beendigung der Schicht von der Maschine ausgepumpt werden, was aber bei dem schnellen Wachsen der Fluth bedenklich schien; es wurde daher die Einrichtung getroffen, dieses Wasser durch die comprimirte Luft heraustreiben zu lassen.

Zu diesem Ende ist die Ballastkammer mit dem Meere durch 4 vom Verdeck aus zu stellende Ventile, mit der Arbeitskammer durch ebensoviel Ventile mit Gegengewicht, welche trotz des Wasserdrucks geschlossen bleiben, endlich mit der Wartekammer durch 4 stets offene Röhren in Communication. Beim Niedersenken des Schiffes öffnet man die ersten Ventile, wobei die vertriebene Luft durch die Röhre in die Wartekammer tritt. Beim Ende der Schicht ziehen die Arbeiter von dem Gitter aus die Ventile mit Gegengewicht auf, worauf das Wasser in die Arbeitskammer tritt und von der comprimirten Luft zum Theil unter den Rändern weggedrängt wird. Um aber das Ablaufen zu befördern muß man nach und nach einen Theil der comprimirten Luft ablassen, was von dem Aufseher unter Beobachtung einer besondern Skala durch einen Hahn geschieht.

Das Schiff ist übrigens aus Eisenblech und Winkeleisen construirt, was seiner Luftdichtigkeit und Dauerhaftigkeit halber nöthig war. Die Blechstärke der innern Wände beträgt 5, diejenige der äußern 7 Millimtr. Die Bleche sind mit Mennige und Steinkohlentheer angestrichen. Acht starke Eisenbarren, welche nach dem Aufsitzen des Schiffes, an seinem Vorder- und Hintertheil bis auf den Boden niedergestoßen werden, bilden in dieser Lage des Schiffes eine Art Füße für Letzteres, und stützen es sehr stabil. Ueberdies sind noch 14 Ankerhaken vorhanden.

Die Pumpen sind einfachwirkend. Soll damit das Wasser ausgepumpt werden, so verschließt man die Luftventile und öffnet ein bis an den Boden der Ballastkammer niedersteigendes Saugrohr.

Ueber der Arbeitskammer sind in der Decke 16 Lichtgläser eingelassen und dies giebt eine hinreichende Helligkeit, ja wenn man während des Fahrens des Schiffes sich auf das Gitter der Wartekammer setzt, so kann man bis zu einer bedeutenden Tiefe unter das Wasser sehen, so daß man das Schiff sehr genau an die gewünschte Stelle führen kann.

Die Pressung der Luft ist kaum wahrnehmbar und die Vermehrung der Pulsschläge nicht merklich. Aber das Wallen des Wassers in Folge der hervorquellenden Luft, das Summen der Blechwände, das Geräusch der Arbeit und der Maschine verlangt erst einige Gewöhnung. Noch

unangenehmer ist die bedeutende Wärme. Im August hatte man 30 Grad C. am Boden und 35° auf dem Gitter der Wartekammer, so daß man zur Verminderung der Hitze, den über den Verdeck hervorragenden Theil der Arbeitskammer weiß anstreichen und wiederholt mit Wasser begießen mußte.

Wenn gegen das Ende der Schicht das Mannsloch geöffnet wurde und die comprimirte Luft entweichen konnte, so bewirkte die Verminderung der Spannung eine so schnelle Verdampfung, daß sich die Arbeiter einige Zeit nicht sehen konnten. Hierzu trägt aber auch die Wärme des Wassers mit bei, welches in der Ballastkammer neben den Kesseln erwärmt worden ist.

Die Sprengarbeit bereitet jetzt keine Schwierigkeiten mehr. Das Bohren der Löcher erfolgt bequem, und am Ende jeder Schicht verstopft man mit kurzen mit Werg umwickelten Pflöcken die angefangenen Löcher, um sie vor einfallendem Sande zu schützen. In der letzten Schicht vor den Syzygien schiebt man in die fertigen Löcher Patronen aus getheerter Leinwand mit 2 bis 3 Mtr. langen Sicherheitszündern, streicht die freien Enden der Letztern mit Talg und befestigt sie sämmtlich an eine am Felsen befestigte Eisenstange. Wenn dann die Ebbe eintritt, wo der Felsen 0,6 Mtr. hoch vom Meere bedeckt ist, richtet man diese Stange auf, schneidet die eingeschmierten Enden der Zünder ab und steckt sie gleichzeitig an. Die abgerissenen Blöcke werden mit dem Schiffe ans Land gefahren und des Nachmessens halber aufbewahrt.

Der Aufwand dieser Gewinnungsmethode an Unterhaltung der Maschine, Behandlung und Unterhaltung des Schiffes, und eigentlichen Gewinnungskosten betrug in den drei Monaten: August, September und Oktober 1846 zusammen 5917,5 Francs, wovon ungefähr 17% auf das erste und 22% auf das zweite Kapitel zu rechnen sind. Die gewonnene Masse betrug 181,13 Cubicmeter, wofür man in Rücksicht auf ins Meer gefallenes Gestein, wohl 200 Cubicmtr. nehmen kann, so daß die Kosten pro Cubicmtr. (excl. Interessen des Anschaffungskapitals) zu 29,59 Francs anzusetzen sind. Diese Kosten werden später noch geringer sein, wenn die Arbeiter alle eingelernt sind.

Was nun die Vortheile dieses Apparates anlangt, so ist es klar, daß er für die gegebenen Verhältnisse den Taucherapparaten vorzuziehen ist, welche ihrer geringen Dimensionen halber sich zwar zu Untersuchungen recht wohl eignen, aber zur Ausführung von Arbeiten nicht hinreichen. Bei großen Tiefen wären aber solche Luftschiffe nicht anwendbar, doch dürfte überhaupt die Tiefe von 3,5 Mtr., bis zu welchen man gehen kann, für derartige Arbeiten genügen. Wenn man bis zu 6 oder 7 Mtr. Tiefe gehen müßte, wäre dann eine Luftschleuße nach Art des Apparates von Triger*) anzuwenden, um während der Arbeit eine Communication mit dem Aeußern zu besitzen.

Das beschriebene Fahrzeug wird später zum Wegreißen der Fundirungen einer Brücke in Nantes benutzt werden.

Nach Ann. des ponts et chauss. 1848, 3.

*) Vergl. Ingenieur Bd. 1. S. 219. Taf. VI.

Notiz

über

eine Construction schiefer Gewölbe aus nebeneinanderliegenden Gurtbögen,

von

Boucher, Ing. des ponts et chauss.

Man wendet bekanntlich verschiedene Constructionsweisen für schiefe Gewölbe an, welche auch für gewisse Verhältnisse den Anforderungen hinreichend entsprechen; doch muß man zugeben, daß bei keiner dieser Constructionsmethoden der Seitendruck ganz beseitigt sei, vielmehr vermehrt sich derselbe sehr schnell mit der Größe der Schiefheit.

Dadurch werden der Anwendbarkeit der verschiedenen Constructionssysteme Grenzen gezogen, welche der Calcül nicht zu bestimmen vermag und welche daher der größern oder geringern Kühnheit des Constructeurs überlassen bleiben.

Man hat daher in neuerer Zeit bei sehr schiefen Brücken die Anwendung des Gußeisens vorgezogen und dieses Baumaterial für solche Verhältnisse vorzugsweise in Anwendung gebracht. Jedoch läßt sich bei der zu beschreibenden Constructionsmethode ebenso sicher auch Stein verwenden. Das Princip derselben beruht nämlich nur darauf, die gußeisernen Tragbögen durch steinerne Gurtbögen zu ersetzen.

Bei einer nach diesem System an der Eisenbahn von Chartres ausgeführten Brücke mit einem Winkel von 36 Graden sind von den Widerlagern aus 6 kleine gerade Bogen geschlagen, welche wie gußeiserne Tragbögen parallel zur Axe der Bahn unter den Schienen und Köpfen hinführen, also direct den Druck der Trains aufnehmen. Sie sind 0,8 Meter breit, und 0,7 Meter von einander entfernt, bis auf den mittelsten, welcher von den Bögen zur Seite um 1,06 Mtr. absteht. Die Brücke hat rechtwinklich zur Bahnaxe 8,66 Mtr. Breite und 16,2 Mtr. Spannweite. Die Pfeilhöhe beträgt 5 Mtr., die Stärke der Gurte 1 Mtr. Der Bogen ist ein Korbbogen mit 5 Mittelpunkten.

Die Zwischenräume zwischen diesen sechs, das Ge-

rippe des Gewölbes bildenden Gurtbögen sind von fünf Parallelbögen geschlossen, welche nur 0,5 Mtr. stark sind, also 0,5 Mtr. gegen die ersteren zurücktreten, und auf besondere Lehrbögen aufgemauert werden müssen. Durch Binder, welche von Zeit zu Zeit aus den Gurtbögen in diese Ausfüllungsbögen hinübertreten, erlangt man eine genügende Verbindung zwischen beiden. Bei der beschriebenen Brücke ersparte man die Lehrbögen für die Füllungen ganz, indem man die in Menge zu erhaltenden großen Binder auf die Rücken der Gurtbögen quer über die Zwischenräume weglegte.

Die Hintermauerung muß nach Vollendung der beschriebenen Vorrichtungen dem Gewölbe die gehörige Abgleichung geben. Die vorspringenden Gurte verleihen der Brücke übrigens ein elegantes und sehr festes Ansehen.

Da nun dieses Constructionssystem nur gerade Bogen enthält, so wird der größte Druck vollkommen aufgenommen. Auch wurde dies durch die Erfahrung bestätigt, denn die im Herbst begonnene und erst im Dezember 1846 beendete Brücke zeigte beim Wegnehmen der Lehrgerüste nicht den geringsten Sprung, noch die kleinste Senkung.

Gegen die frühern Constructionsmethoden stellen sich also folgende Vortheile heraus. Während bei diesen der

Grad der Schiefheit bedeutend den Druck nach Außen vermehrt und deshalb stärkere Widerlager nöthig macht, so macht bei dem neuen Systeme die Schiefe gewissermaßen die Sicherheit größer, weil dadurch die Breite der Widerlager in der Richtung des Druckes vermehrt wird. Man wird es also unbesorgt bei allen Graden der Schiefe anwenden können, und dabei nur schwache Widerlagerstärken bedürfen.

Wenn aber auch durch letzteren Umstand, und die Zwischenräume im Gewölbe selbst, einige Ersparnisse verursacht werden, so wird dieser Vortheil wieder durch die Menge der vorspringenden Ecken vernichtet, und es dürfte daher dieses System in Gegenden, wo regelmäßige Bruchsteine theuer sind, eher etwas theurer werden, als die gewöhnlichen Constructionssysteme.

Ueberall dagegen, wo wegen zu großer Schiefe diese Systeme nicht mehr mit Sicherheit angewendet werden können und also gußeiserne Tragbogen nothwendig werden würden, scheint die neue Constructionsmethode anzuempfehlen zu sein, da sie dann jedenfalls billiger ist, sowohl in den Anlagskosten, als in dem Unterhalt.

Unsere Quelle enthält Zeichnungen einer solchen Brücke.
Nach den Annal. des ponts et chauss. 1848, 2.

Bericht über die atmosphärische Versuchs-Eisenbahn
von
Saint Ouen durch Baude.

Obgleich das atmosphärische Princip, welches anfangs so ungeheuere Aufmerksamkeit erweckte, jetzt fast ganz vergessen scheint, und die bisherigen Versuche auch seine Unanwendbarkeit auf einen ausgedehnteren Eisenbahnbetrieb bewiesen haben, so glauben wir doch hier noch einmal auf dasselbe zurückkommen zu müssen, um die Resultate der Versuche an der atmosphärischen Versuchsbahn von Saint Ouen, deren wir bereits wiederholt gedacht haben, noch nachträglich mitzutheilen.

Wir entlehnen diese Angaben dem Berichte eines Mitgliedes der Société d' Encouragement Herrn Baude, welcher zur Prüfung des Hedlard'schen Röhrensystems ausführliche Versuche angestellt hatte.

Die Bahn von Saint Ouen bildet ein geschlossenes Vieleck von 1697 Meter Umfang; die Triebröhre ist 595 Mtr. lang. Die Waggons gelangten beim Austritt aus der Triebröhre auf eine schiefe Ebene von 0,006 bis 0,007 Steigung, welche sie nach dem Eintrittsventile zurückführte.

Die Triebröhre ist pag. 73 von uns beschrieben und auf Tafel IV. Figur 10 abgebildet worden. Die Luftpumpen, deren Beschreibung sich eben da findet, werden von einer oscillirenden Dampfmaschine getrieben. Drei Fahrzeuge incl. des Directionswagens bildeten das ganze Material; sie waren nach Arnoux'schem Princip gebaut, um leichter den Windungen der Bahn folgen zu können.

Gegen das Klappenventil von Samuda scheint die Vorrichtung von Hedlard dadurch im Nachtheil zu stehen, daß sie hinter dem Kolben nicht ebenso einen freien Eintritt der Luft gestattet. Aber die Versuche in Saint Ouen lassen nicht bestimmt erkennen, ob dieser Nachtheil für die Praxis wesentlich sei.

Es ist früher bereits erwähnt worden, welche Verbesserungen an dem Hediard'schen Verschlusse nöthig geworden waren, daß anfangs, als man noch nicht das Schmierreservoir anwendete, viel Luft eintreten konnte, und daß nach Einführung desselben die Fortreißung der Schmiere einen andern Uebelstand gab, daß später nach Hinzufügung der Filzdecken eine größere Luftdichtheit und folglich Geschwindigkeit erreicht wurde, welche aber immer noch nicht genügte, und daß erst nach Erfindung der auf Tafel IV. Figur 10 dargestellten Stahl und Lederklappen praktische Resultate erlangt wurden.

Der Berichterstatter giebt die Länge der Triebröhre zwischen dem Aus- und Eintrittsventil zu 548,8 Mtr. an. Bei dem Versuche wurde der hermetische Verschluß der Ein-

trittsklappe durch einen hölzernen eingefetteten Propf garantirt, welcher 5 Mtr. davon abstand. Ein Register schloß übrigens das Saugrohr der Luftpumpe von Letzterer ab, so daß dieses Rohr die Röhrenlänge, in welcher der luftverdünnte Raum hergestellt wurde, um 57 Mtr. vergrößerte.

Das Vacuum wurde auf 64 Centimtr. am Manometer gebracht. Während es von 60,3 Centimtr. bis auf 10 herabsank, verflossen 31 Minuten 45 Secunden, was pro Minute eine Senkung von 1,66 Centimetr. giebt.

Es wurden ferner ein Paar Fahrten im Waggon gemacht, und darauf der Versuch wiederholt, um zu sehen, ob diese Thätigkeit das Längenventil etwa in Unordnung gebracht habe. Nach der Wiederherstellung des Vacuums verflossen dann 29 Min. 30 Sec. bis das Manometer von 60,2 bis auf 10 Centimtr. sank, was eine ziemlich gleich große Senkung von 1,7 Centimtr. pro Minute giebt.

Da der Querschnitt der Saug- und Triebröhre 0,1256 Quadratmetr. beträgt, so ergiebt sich ihr Volumen zu $(542,8+5+57)\ 0,1256 = 77,21$ Cubicmtr. und daher beträgt das Quantum eingedrungener Luft in 29 Min. 30 Sec. $\frac{50,2}{76} \cdot 77,21 = 50,998$ Cubicmtr., oder der Lufteintritt pro laufendes Metr. und Secunde ist zu setzen:

$$\frac{50,998}{1770 \cdot 547,8} = 0,052 \text{ Liter.}$$

Dies ist weniger als die Hälfte der Verluste an der Dalkey-Eisenbahn, wo bekanntlich 0,11 Liter gefunden wurden.

Bei der 15zolligen Triebröhre der Eisenbahn von South Devon beträgt das Sinken des Quecksilbers im Manometer im Mittel 2 Zoll (0,05 Mtr.) pro Minute, wonach der Lufteintritt pro Secunde und laufendes Meter sich zu

$$\frac{5}{76} \cdot \frac{0,1134}{60} = 0,127 \text{ Liter}$$

herausstellen würde.

Hierbei ist aber wohl zu unterscheiden, ob die Maschine in Ruhe ist, wie oben, oder ob die Verluste der Luftpumpenventile mit hinzutreten.

So wurde bei dem Versuche am 7. November das Vacuum auf 64 Centimtr. erhalten und das Schwungrad machte dann 21 Umdrehungen pro Minute. Es ist klar, daß unter diesen Umständen die Arbeit der Maschine blos die eingedrungene Luft wieder auspumpte. Da der Cylinderdurchmesser 2 Mtr., der Kolbenhub 0,75 Meter betrug, so ergiebt sich dieses Luftquantum zu

$$\frac{2^2\pi}{4} \cdot 0,75 \cdot \frac{12}{76} \cdot \frac{42}{60} = \qquad 0,260 \text{ Cub.-Mtr.}$$

und dasjenige des Längenventils ist zu

setzen $0,000052 \cdot 547,8 =$ $\qquad 0,029$

daher ist die Differenz von $\qquad 0,231$ Cub.-Mtr.

nur auf die Pumpenventile zu rechnen, während das Luftquantum, welches pro Secunde von dem Längenschlitze zugelassen wird, nur 0,029 Cubicmtr. beträgt. Man ersieht, welch bedeutender Unterschied zwischen den Verlusten im Ruhestande und denjenigen im Gange stattfindet, wenn man auch annehmen kann, daß Letztere bei vollkommneren Apparaten nicht unwesentlich vermindert werden können.

Die Reibungen des Kolbens in der Triebröhre sind dieselben wie bei allen atmosphärischen Systemen. aber hier tritt die Reibung der Verbindungsstange an den Stahlfedern an die Stelle der Reibung der Röllchen, die bei Samuda die Klappen aufheben. Man wird diese durch größere Elasticität der Lederklappen vermindern können.

Um die Reibung der Verbindungsstange zu messen, wurde folgender Versuch gemacht: Der Directionswagen wurde auf eine horizontale Bahnstrecke außer der Triebröhre gebracht. Man nahm die Leitrollen ab, welche an den Rails hinlaufen und ertheilte ihm mittelst eines über eine Rolle gelegten, am Ende mit Gewichten beschwerten Seiles eine Bewegung. Der Wagen konnte 9 Mtr. weit gezogen werden. Eine Belastung von 17 Kilogrammes ertheilte ihm eine langsame, aber gleichförmige Geschwindigkeit von 0,4 Mtr. pro Secunde.

Hierauf wurde der Wagen auf einer ähnlichen Bahnstrecke mit Triebröhre aufgestellt und die Verbindungsstange eingebracht. Nachdem man einen gelinden Anstoß gegeben hatte, erhielt man eine gleichförmige Geschwindigkeit mit 42 Kilogrammes Last, woraus hervorgeht, daß die Reibung an der Verbindungsstange im Mittel 25 Kilogrammes beträgt

Diese Stange besteht aus einem rectangulären Mittelstück von 78 Centimtr. Breite auf 2 Centimtr. Dicke. Die beiden dreieckigen schiefen Ansätze, welche die Klappe öffnen, liegen auf jeder Seite auf 17 Centimtr. Breite an, so daß die Berührungsfläche im Ganzen 1,12 Mtr. lang ist. Sonach würde man die Reibung pro Mtr Länge der Verbindungsstange zu

$$\frac{25}{1,12} = 22 \text{ Kilogrammes}$$

ansetzen können.

Aus den Versuchen geht hervor, daß die Ventilklappe von Hédiard ziemlich gut abschließt. Seit sie im Gange war, hatte sie trotz des Witterungswechsels keine merkliche Verschlechterung erfahren. Man könnte allerdings fürchten, daß die Stahltheile daran in Folge der Oxydation ihre Elasticität verlieren könnten, jedoch würde dieser Umstand, der übrigens bei den jetzigen Methoden der Präparirung nicht so leicht eintreten dürfte, zwar die Unterhaltungskosten vermehren, nicht aber das System an sich gefährden.

Die Reibung der Verbindungsstange an den Stahlfedern hat nie eine bemerkbare Erhitzung verursacht. Frei-

lich ist die Bahnlänge nicht sehr groß, doch dürfte selbst bei größern Röhrenlängen eine Erhitzung nicht zu fürchten sein, da die Verbindungsstange durch einen continuirlichen Oelstrahl geschmiert wird, und überdies unaufhörlich mit neuen kühlen Metallflächen in Berührung kommt.

Die Oeffnung zwischen den beiden Blechen, welche die Verbindungsstange bilden, hat den Zweck, die Differenz des atmosphärischen Druckes beim Röhrenanfange und beim Kolben im Rohre durch directe Luftzuführung zu reduciren. Dieser Unterschied, welcher die treibende Kraft beeinträchtigt, wird von dem Röhrendurchmesser, der Röhrenlänge und der Kolbengeschwindigkeit abhängig sein. Bei 3000 Mtr. Entfernung vom Röhrenanfange würde z. B. wenn die Luft nur durch Letzteren Zutritt hätte und der Kolben mit 10 Mtr. Geschwindigkeit pro Secunde fortbewegt würde, der atmosphärische Druck auf 0,87 ungefähr reducirt sein, so daß also bei einem Vacuum = $^1/_2$ der Druck der Atmosphäre auf den Kolben, welcher bei der Klappe von Samuda 627 Kilogramm. bei 0,4 Mtr. Röhrendurchmesser betragen würde, hier nur 557 Kilogrammes oder um 70 Kilogrammes geringer sein könnte.

Nimmt man andrerseits 0,1 Liter Lufteintritt pro Secunde und laufendes Mtr. Ventillänge an, so wird bei der angenommenen Entfernung des Kolbens und dem Drucke von $^1/_2$ Atmosphäre im Rohre, die auszupumpende Luftmenge um 0,6 Cubicmtr. pro Secunde reducirt. Folglich wird sich eine Verminderung des Vacuums ergeben, welche dahin wirken muß, dem Kolben wieder den Druck zukommen zu lassen, welchen ihm die Luftwiderstände entziehen

Die Herstellungskosten des laufenden Mtrs. Eisenbahn zu Saint Ouen betragen nach Hédiard:

für zwei Stahllamellen zusammen 1,5 Klgr. schwer	2 Fr. 77 C.
für 2 Mtr. Bandeisen, 23 auf 5 Millimtr. stark, zusammen 2 Klgr. schwer	1 „ — „
für das Legen der Stahllamellen und des Bandeisens incl. Löcher bohren und Schrauben	2 „ — „
für 3 Mtr. eiserne Zugstangen, 2 Centimtr. stark, zusammen 6,226 Klgr. schwer	2 „ 86 „
für die oberen Federn, 0,65 Klgr. schwer	1 „ 95 „
für das Aufbringen der Federn	2 „ 75 „
für 2 Mtr. Lederstreifen, 6,5 Millim. dick, 16 Centimtr. breit	10 „ — „
für das Auflegen der Lederstreifen	— „ 50 „
	29 Fr. 3 C.
Generalkosten, 35% Gewinn des Unternehmers	7 „ 25 „
	36 „ 28 „
5% für Transport, und Insgemein	3 „ 62 „
	39 Fr. 90 C

oder in runder Summe 40 Francs.

Uebrigens sind die Kosten der Ventilklappe sehr gering im Verhältniß zu den Kosten für Maschinen und Röhren, daher es kein wichtiger Vorzug ist, wenn die Klappe der Bahn von Saint Germain ungefähr nur halb so viel kostet, da sie hinsichtlich der Luftdichtheit sie weit übertrifft.

Jedoch darf man auch letzteren Vorzug nicht überschätzen, wie an einem Beispiele nachgewiesen wird. Gesetzt man habe eine Triebröhre von 0,55 Mtr. Durchmesser und 5000 Mtr. Länge, in welcher der Kolben 15 Mtr. Geschwindigkeit pro Secunde erhält und das Vacuum eine halbe Atmosphäre beträgt. Der Kraftbedarf zum ersten Evacuiren ist ohne Einfluß, wohl aber sind die Verluste wegen Lufteintritt zwischen dem Kolben und dem Rohre, durch das Austrittsventil, durch das Saugrohr, durch die Luftpumpenventile; zweitens diejenigen durch das Längenventil, und endlich diejenigen durch den Widerdruck der vom Kolben vor sich her getriebenen Luft zu berücksichtigen.

Angenommen, die constanten Verluste seien, den Versuchen gemäß, zu 400 Liter pro Secunde anzusetzen, diejenigen durch das Ventil zu 0,06 Liter, was auf die halbe Röhrenlänge zu rechnen sein wird, so ist das pro Secunde auszupumpende Luftquantum

$$0{,}40 \,.\, 2 + 2500 \,.\, 0{,}00006 \,.\, 2 + 0{,}2375 \,.\, 15 = 4{,}66.$$

Aber, wenn auch der Lufteintritt durch das Ventil 0,127 Mtr. beträgt, wie auf der South-Devon-Bahn so beträgt dieses Quantum nur

$$0{,}40 \,.\, 2 + 2500 \,.\, 0{,}000127 \,.\, 2 + 2375 \,.\, 15 = 4{,}995$$

folglich wird die Luftmenge noch nicht um 7 Procent vermehrt, obgleich die Dichtigkeit des Abschlusses noch nicht halb so groß ist.

Die Arbeit der Luftpumpe ist im ersten Falle

$$\text{P V + Log. nat.} \frac{V^1}{V} = 2{,}33 \,.\, 10340 \,.\, 0{,}693 = 16695$$

Kilogrammmtrs. oder 222 Pferdekräfte;
im zweiten Falle muß sie sein

$$2{,}50 \,.\, 10340 \,.\, 0{,}693 = 17914 \text{ Kilogrammmtrs.}$$

oder 238 Pferdekräfte,
folglich wird in den Unterhaltungskosten keine Vermehrung dadurch verursacht werden.

Es ist also klar, daß die Lösung der Aufgabe der atmosphärischen Eisenbahnen durchaus nicht blos in der Verminderung der Verluste durch das Längenventil zu suchen ist.

Der obige Aufsatz, zu welchem unsere Quelle noch specielle Unterlagen beibringt, ist wenigstens in theoretischer Beziehung sehr der Aufmerksamkeit werth und selbst in praktischer Hinsicht gestattet er einen genauen Blick in die hauptsächlichsten Elemente, welche die Möglichkeit des atmosphärischen Principes bedingen.

Nach dem Bull. de la Soc. d'Enc. Oct. 1848.

Beiträge
zu
einer auf Versuche gegründeten Rammtheorie

Von
Herrn **J. W. Lahmeyer,**
Königlich Hannoverschen Wasserbau-Conducteur.

In allen Lehrbüchern der Mechanik finden sich Untersuchungen über das Einrammen der Pfähle, die sich auf bestimmte Voraussetzungen über den Stoß der Körper, über den Widerstand des Erdreiches und dergleichen mehr stützen. Eine Vergleichung dieser a priori aufgestellten Formeln mit, im Großen angestellten Versuchen vermißt man überall. So leicht auch die Versuche bei Bauausführungen anzustellen sind, so ist mir dennoch nicht bekannt, daß solche jemals veröffentlicht sind.

Rücksichtlich der in neuern Zeiten angewandten Kunstrammen lassen die Lehrbücher uns ganz in Ungewißheit. Nicht besser ergeht es im practischen Leben. Der eine Techniker verwirft die Zugrammen, der andre die Kunstrammen, ohne daß weder der eine noch der andre durch, aus der Erfahrung geschöpfte, Resultate seine Ansicht zu beweisen vermögte. Die meisten glauben durch den Anblick bedeutender Fallhöhen des Rammklotzes zu der Erwartung bedeutender Wirkungen berechtigt zu sein. Am Ende kommt es aber doch immer darauf an, auf welche Weise ein Pfahl mit den mindesten Kosten auf die erforderliche Tiefe eingerammt werde und da läßt sich von vorn herein schon bezweifeln, ob die, auf die größere Fallhöhe verwandte Zeit auch mit der erfolgten größern Wirkung im Einklange stehe, oder ob nicht geringere Fallhöhen mehr Vortheile gewähren.

Gleiche Ungewißheit schwebt darüber, ob größere oder geringere Gewichte der Rammbären den Vorzug verdienen; oder auch, welches Verhältniß zwischen dem Gewichte des Pfahles und dem des Rammklotzes am vortheilhaftesten sei. Lambert kommt in seiner sur la fluidité du sable etc. in den Nouv. Mémoires de l'académie de Berlin, Année 1772 §. 43 pag. 50 auf den Schluß, daß die Ramme als dann die vortheilhafteste Einrichtung erhalte, wenn das Gewicht des Klotzes dem Gewichte des Pfahles gleich sei. — Eytelwein dagegen im 3. Hefte seiner practischen Anweisung zur Wasserbaukunst, Berlin 1820 pag. 137 x. folgert, daß die Ramme dann ihre vortheilhafteste Einrichtung erhalte, wenn der Rammklotz so schwer angenommen werde, als die übrigen Umstände zulassen.

Am auffallensten aber ist es, daß beide Schlüsse aus derselben Formel gezogen sind, da die Eytelweinsche eine andre ist als die von Lambert gegebene, nur daß letztere sich nicht blos auf unelastische Körper bezieht.

Bezeichnet

e die Länge, um welche der Pfahl bei dem nächsten Schlage tiefer in die Erde bringt.

a irgend eine Tiefe, in welcher der Widerstand des Bodens dem Gewichte des Pfahles Q und dem Gewichte des Rammklotzes P gleich ist

l die Länge des Pfahles in der Erde

μ eine Größe, die für unelastische Körper = 0 für vollkommene elastische Köper = 1 ist,

so setzt Eytelwein

$$e = a - l + \sqrt{\left\{(a-l)^2 + \frac{2ah\ P^2}{(P+Q)^2}\right\}}$$

Lambert dagegen

$$e = a + \sqrt{\left\{(a-l)^2 + \frac{2ah\ P^2}{(P+Q)^2}(1+\mu)^2\right\}}$$

Hierin ist aber die Größe a noch von P abhängig. Lambert läßt dies unberücksichtigt und kommt dadurch auf seinen Schluß; Eytelwein dagegen setzt, wenn α die Tiefe ist, auf welche der Pfahl durch sein eignes Gewicht eindringt

$$a : \alpha\ (P + Q) : P; \text{ also } a = \frac{\alpha\ (P+Q)}{Q}$$

und kommt auf seinen Schluß, oder vielmehr richtiger auf den, daß das Gewicht des Rammklotzes um so schwerer sein müsse, je tiefer der Pfahl eingerammt werden soll. Allein die obige Proportion ist offenbar nicht richtig, vielmehr ist

$$a : \alpha = \sqrt{(P + Q)} : \sqrt{Q} \text{ und } a = \frac{\alpha\sqrt{P + Q}}{\sqrt{Q}}$$

zu setzen. Substituirt man diesen Werth statt des Eytelwein'schen in die Formel, so wird die Rechnung sehr zusammengesetzt, doch wird man leicht erkennen, daß man dem Lambert'schen Schlusse näher kommen müsse.

Woltmann*) ist in Zweifel über den Vorzug der oben angegebenen Form

$\frac{P^2}{(Q+P)^2}$ oder der $\frac{P^2\ Q}{(P+Q)^2}$, welche auch für $P = Q$ die Kosten zu einem minimo machen würde.

Ohne die Erfahrung zu Hülfe zu nehmen wird man nie zu einer genügenden Antwort gelangen. Die Voraus-

*) Recherches théorétiques et expérimentales sur l'effet des machines et outils Göttingue 1804. pag. 159 Anmerkung.

setzungen über den Stoß der Körper, über die Widerstandsfähigkeit des Bodens und ähnliche, müssen erst aus Versuchen ihre Berichtigung erhalten. Um hierfür den Anfang zu machen, habe ich die bedeutenden Rammarbeiten beim Bau der Emdener Seeschleuse, die in den Jahren 1846 bis 1848 vorgenommen wurden, benutzt. Es wurden dabei 4 Zugrammen und 12 Kunstrammen angewandt. Bei erstern wurden zwei verschiedene hölzerne Rammklötze von 580 Pfd. und 800 Pfd., bei letztern desgleichen eiserne von 800 Pfd. und 1150 Pfd. gebraucht. Bei jedem Pfahle wurde für die Zugramme die jedesmalige Tiefe des Eindringens in Rheinländischen Zollen für eine Hitze von 40 Schlägen bemerkt. Bei den Kunstrammen wurde diese Tiefe jedesmal nach 10 Schlägen angeschrieben und dabei die erste Fallhöhe in Rheinländischen Fußen bemerkt. Die nach n Schlägen stattgefundene Fallhöhe wird somit aus der Summe der ersten Fallhöhe und der Tiefe des Eindringens nach n Schlägen sich ergeben. Die Anspitzung des Pfahles betrug etwa den $1\frac{1}{2}$ bis 2maligen Durchmesser desselben.

Die Resultate dieser, sämmtlich für Rheinländisches Maaß und Gewicht geltenden Versuche finden sich in der Tabelle I. verzeichnet, in der nur die Versuche Nr. 54 und 55 in sofern abweichend sind, als bei ihnen die Fallhöhe nicht mit der Tiefe des Eindringens vom Pfahle gleichmäßig zunahm, sondern mehr konstant gelassen wurde. Die jedesmalige Fallhöhe steht deshalb über den betreffenden Eindringungstiefen verzeichnet.

Die Pfähle und Bohlen bestanden sämmtlich aus Ostseeischem und Norwegischem Greinenholze, wovon der Rheinländische Kubikfuß 40 Pfd. wog.

Ueber die Bezeichnungsart des Bodens muß ich noch einige Erläuterungen geben. Derselbe bestand in den obern 18 Fuß aus reinem, festem gewachsenem Klaiboden und erst von da ab in reinem Sande. Die Baugrube wurde 22 Fuß tief ausgehoben, so daß die Grundpfähle in reinen Sandboden zu stehen kamen, von dem der Rheinische Kubikfuß 87 Pfd. wiegt. Dieser ist mit $1_{,00}$ bezeichnet; dagegen der reine Klaiboden, wovon der Kubikfuß 96 Pfd. wog, mit $0_{,38}$. In diesen letztern Boden kamen die Pfähle 66 bis 70 ganz zu stehen. Die Pfähle 62 und 65 kamen auf die Hälfte in reinen Klaiboden, sonst in Sandboden zu stehen. Die Widerstandsfähigkeit dieses Bodens ist mit $0_{,64}$ bezeichnet. Bei den Versuchen Nr. 3 und Nr. 40 und 55 war der Boden durch das Einrammen von Pfählen bereits sichtlich komprimirt, und ist dies durch die Zahlen $1_{,50}$ und $1_{,33}$ bemerkt. Noch mehr komprimirt war der Boden bei den Versuchen 86 und 88, theils sowohl durch das Einrammen von Spundwänden, anderntheils durch dicht davor stehende Kajungspfähle. Zwischen beiden wurden die starken Sturmpfähle eingerammt, und habe ich

die Widerstandsfähigkeit dieses Bodens durch $3_{,00}$ bezeichnet. Die Pfähle beim Versuche Nr. 4 waren sämmtlich Zwischenpfähle, die noch zwischen die bereits fertig eingerammten und sehr dicht zusammenstehenden Grundpfähle zu stehen kamen. Die Widerstandsfähigkeit des Bodens ist durch $5_{,00}$ angegeben. — Die gewählte Bezeichnung ist in sofern eine willkührliche, als sie sich nicht auf feste Principien bezieht, sondern aus den Versuchen hergeleitet ist, um diese in Uebereinstimmung zu bringen. Es ist jedoch durchaus erforderlich, die Widerstandsfähigkeit des Bodens nach einem bestimmten Principe in Zahlen auszudrücken. Mit dem bloßen Gewichte des Bodens ist natürlich nichts gedient. Eher würde man schon die Tiefe als Norm annehmen können, auf die ein Prisma von 1 Zoll Quadrat oder Durchmesser, mit einem bestimmten Gewichte belastet, in den Boden eindringt. Die Einheit, durch die Tiefe des Eindringens, in Zollen ausgedrückt, dividirt, würde dann die Widerstandsfähigkeit des Bodens bezeichnen. Allein auch diese Angabe genügt streng genommen nicht, und ist bei meinen Versuchen deshalb auch nicht angewandt. Vielleicht gelingt es einem Andern, in fester Bezeichnung der Widerstandsfähigkeit des Bodens glücklicher zu sein, als ich.

Die Tabelle No. I., welche die Resultate von 1027 Versuchen enthält, bietet wenig Uebersichtlichkeit dar, ich habe deshalb aus ihr eine zweite Tabelle (No II.) gebildet, in der sich die Anzahl der Schläge verzeichnet findet, bei der der Pfahl bis zu gewissen Tiefen eingedrungen war. Aus dieser Tabelle lassen sich zwar schon Folgerungen ziehen, die aber noch keinen sichern Bezug auf die zum Einrammen gebrauchten Zeiten oder Kosten haben. Denn, wenn z. B. bei den Versuchen 11 und 15 die Resultate bei allen Fallhöhen nahe gleich bleiben, so ist dabei wohl zu berücksichtigen, daß bei dem Versuche 15 z. B. das Aufwinden des Rammklotzes im Anfange dreimal so viel Zeit erforderte, als beim Versuche Nr. 11. Es ist deshalb der vom Rammklotze zurückgelegte Weg zu berücksichtigen. Der zurückgelegte Weg ist aber die Anzahl der Schläge, multiplicirt mit der mittlern Fallhöhe, für die hier das Mittel aus der ersten und letzten Fallhöhe genommen werden soll. Da die letztern Eindringungstiefen verhältnißmäßig weit mehr Schläge erfordern, als die erstern, so wird die mittlere Fallhöhe näher der Endfallhöhe liegen. Da dies aber bei allen Versuchen gleichmäßig der Fall ist, so ist die obige Annahme der Einfachheit wegen wohl gestattet. Bei Zugrammen ist die Fallhöhe konstant = H. Wird bei Kunstrammen die erste Fallhöhe = h gesetzt, und die Tiefe, auf die der Pfahl nach n Schlägen eingedrungen ist, = t, so ist nach dem vorigen die mittlere Fallhöhe

$$= \frac{h + (h + t)}{2} = h + \frac{t}{2}$$

zu setzen. Wird nun das Aufwinden des Rammklotzes an-

ßer Acht gelassen, so ist der vom Rammbären zurückgelegte Weg

für Zugrammen $= n\ H$

für Kunstrammen $= n\ \left\{h + \frac{t}{2}\right\}$

Der Werth $n\ \frac{H}{t}$ oder $\frac{n}{t}\left\{h + \frac{t}{2}\right\}$ giebt somit den Weg an, der im Mittel nöthig gewesen ist, um den Pfahl um die zum Grunde liegende Einheit bis dahin einzutreiben. Dieser Werth würde genügen, um die Resultate hinsichtlich der Kosten mit einander zu vergleichen, wenn nur dieselbe Ramme in Anwendung kommt. Kommen aber verschiedene Rammen zum Vergleich, so muß durch Versuche erst noch ausgemittelt werden, auf welche Höhe so und so viel Menschen den Rammklotz in einer bestimmten Zeit heben; oder mit andern Worten, es muß der tägliche Arbeitskoeffizient eingeführt werden.

Bei einer 10stündigen Arbeitszeit habe ich denselben für Zugrammen = 400,000 und für Kunstrammen = 800,000 gefunden. Für Zugrammen wird derselbe wohl kleiner =250,000 angegeben (vergleiche Hagen's Wasserbaukunst, Theil I.), während ich ihn, da die Rammarbeiten in Akkord geschahen, 630,000 gefunden. Im folgenden soll deshalb im Mittel 400,000 dafür angenommen werden. Bezeichnet a diesen Arbeitskoeffizienten und P das Gewicht des angewandten Rammklotzes, so werden folglich die Werthe von

$$\frac{P}{a} \cdot \frac{n}{t} \cdot H, \text{ und } \frac{P}{a} \cdot \frac{n}{t}\left\{h + \frac{t}{2}\right\},$$

oder um nicht zu kleine Werthe zu erhalten, die Werthe von

$$1000\ \frac{P}{a} \cdot \frac{n}{t} \cdot H \text{ und } 1000\ \frac{P}{a} \cdot \frac{n}{t}\left\{h + \frac{t}{2}\right\}$$

den gesuchten Anhaltepunkt zur Vergleichung geben. Diese Werthe finden sich in der Tabelle No. III.

Aus ihr ergeben sich zunächst die bekannten Sätze, daß das Einrammen um so kostspieliger wird, je fester der Boden, und je tiefer der Pfahl bereits in der Erde steckt. Hinsichtlich des Gewichtes vom Rammbären ergiebt sich aus den Versuchen No. 1 und 2, daß für diese Versuche die leichtern Rammklötze im Vortheil sein. Da das Gewicht der Pfähle nur 516 Pfd. beträgt, so läßt sich auf eine Bestätigung der obern Lambertschen Folgerung daraus nicht schließen. Jedenfalls erweis't sich die Eytelweinsche als unrichtig.

Aus der Vergleichung des Versuches No. 2 mit 11 und 15 ergiebt sich ferner, wie kostspielig das Einrammen der Pfähle mit Zugrammen im Verhältniß zu dem mit Kunstrammen zu stehen kommt. In allen Fällen wird man weit billiger durch Kunstrammen zum Ziele gelangen. Selbst dann noch würden die Kunstrammen überwiegenden Vortheil behalten, wenn der Arbeitskoeffizient bei Zug- und Kunstrammen derselbe wäre. Ja, es ist hier nur auf das Rammen selbst Rücksicht genommen, sonst würde der Nachtheil der Zugrammen sich noch greller herausstellen, da beim Heranrücken des Pfahles, bei der Versetzung der Ramme, bei etwaiger Reparatur so viele Kräfte unbenutzt bleiben, was bei den Kunstrammen, wo nur 5 oder 6 Leute beschäftigt sind, nicht der Fall ist.

Für die zweckmäßigste Benutzung der Kunstrammen ergeben zunächst auch hier die Versuche, daß die Rammklötze von geringerm Gewichte unter den stattgehabten Umständen vortheilhafter gewesen sind, als die von größerm Gewichte. Bei den Versuchen 72 und 85, wo das Gewicht des Pfahles (1320 Pfd.) größer war, als das größte Gewicht des Rammklotzes, hatten die Versuche 80 und 85 im Vortheil sein müssen, wenn der Lambertsche Satz richtig wäre. Es wird, da dies nicht der Fall ist, vortheilhafter sein, das Gewicht des Rammklotzes noch geringer, als das des Pfahles, zu nehmen. Der Eytelweinsche Satz zeigt sich unter allen Umständen als unzutreffend.

Die erstern Versuche bei etwas schwererm Boden ergeben ferner übereinstimmend, daß das Einrammen desselben Pfahles um so billiger zu stehen komme, je geringer die Fallhöhe genommen wird. Werden die Fallhöhen und dadurch die Geschwindigkeiten des Rammklotzes zu groß, so kann der Pfahl nicht schnell genug nachfolgen. Ein Theil der Wirkung des Rammklotzes geht auf ein Zersplittern, Zusammenpressen und Biegen des Pfahles verloren. Letzteres zeigt sich sehr deutlich in dem Zurückspringen des Rammklotzes. Bei leichterm Boden sind die Nachtheile nicht so bedeutend, indem hier der Pfahl eher folgen kann, doch ergeben die Versuche 62 und 85 auch keinen ersichtlichen Vortheil der größern Fallhöhen.

Zu den Versuchen 54 und 55 wurden die Fallhöhen mehr konstant gelassen, um dadurch noch überzeugender den Vortheil der geringern Fallhöhen hervorzuheben. Bei dem 54. Versuche finden sich die größern, beim 55. die kleinern Fallhöhen. Ihre Vergleichung fällt zum bedeutenden Vortheile der geringern Fallhöhen aus. Die Vergleichung des Versuches 55 mit 46 und 49 ergiebt ferner, daß es bei den Kunstrammen am vortheilhaftesten sei, wenn die Fallhöhen nicht mit dem Eindringen des Pfahles gleichmäßig wachsen. Vielmehr gelangt man beiweitem billiger zum Ziele, wenn man die Fallhöhen im Anfange konstant und klein nimmt, und erst später dieselben wachsen läßt. Um aber in dieser Beziehung noch sicherer zu gehen, habe ich diejenigen Fälle beobachtet, wo im Laufe des Einrammens die größere Fallhöhe in eine geringere durch Verrückung der Aussetzung, verändert wurde. Dieser Fall ist 94mal vorgekommen. Unter diesen 94 Fällen fand sich 50mal gar kein Unterschied in dem Eindringen des Pfahles nach verminderter Fallhöhe. 12mal wurde das Eindringen größer und 32mal nur kleiner. Im Mittel drang der Pfahl bei einer um 3 bis 4 Fuß verminderten Fall-

höhe nur $^{26}/_{94}$ Zoll in 10 Schlägen weniger ein, als bei der größern Fallhöhe. Dieser Vortheil steht aber in gar keinem Verhältnisse zu den Kosten, die das zehnmalige größere Emporwinden des Klotzes um 3 bis 4 Fuß verursachte.

Der größere Vortheil der Kunstrammen ist somit nur zum Theil in den größern Fallhöhen begründet. Ein Hauptvortheil liegt in der vortheilhaftern Benutzung der Arbeitskräfte bei denselben im Vergleich zu den Zugrammen.

Um nun eine Formel aus den Versuchen abzuleiten, habe ich die Formen

$$\left\{\frac{P}{P+Q}\right\}^2 \cdot \frac{n}{t^2}\left\{h+\frac{t}{2}\right\}$$

$$\frac{P\,Q}{(P+Q)^2} \cdot \frac{n}{t^2}\left\{h+\frac{t}{2}\right\}$$

$$\frac{P^2\,Q}{(P+Q)^2} \cdot \frac{n}{t^2}\left\{h+\frac{t}{2}\right\} \text{ und endlich}$$

$$\frac{P.\sqrt{P}.Q}{(P+Q)^2} \cdot \frac{n}{t^2}\left\{h+\frac{t}{2}\right\}$$

versucht. Nur die letztere Form genügt den Versuchen. Die Werthe dieser letztern Formel finden sich in der Tabelle IV., jedoch unter folgender Einschränkung. — Die Versuche 62 bis 88 beziehen sich auf Pfähle, die um $^1/_6$ oder $^1/_{12}$ gegen die Vertikale geneigt eingerammt sind. Da auch der Ramme dieselbe Neigung gegeben wurde, so fiel der Rammklotz nicht mit der Geschwindigkeit herunter, welche der Fallhöhe h zukommt. Nennt man γ den Winkel, welchen der Pfahl und die Ramme mit der Horizontale bilden, f die Reibung, welche der Druck des Rammklotzes gegen die Ramme verursacht und h_1 diejenige Fallhöhe, welche der verringerten Geschwindigkeit bei lothrechtem Falle zukommen würde, so ist (Woltmann pag. 175.)

$$h_1 = h\left\{\frac{P\sin\gamma - f}{P}\right\}$$

Beträgt die Reibung die Hälfte des Druckes, so ist

$$f = {}^1/_2\, P\cos\gamma$$

und

$$h =_1 h\,(\sin\gamma - {}^1/_2\cos\gamma)$$

Darnach würde in den betreffenden Versuchen die Fallhöhe zu vermindern sein, um sie alsdann als lothrecht eingeschlagene Pfähle betrachten zu können. Um die dadurch entstehenden Weitläufigkeiten zu vermeiden, wird es hier gestattet sein, das Gewicht des Rammklotzes um eben so viel zu vermindern und ist dies in der Tabelle IV. geschehen.

In ihr zeigen sich die Versuche 5 bis 61 mit großer Uebereinstimmung ein Wachsen der Werthe mit wachsender erster Fallhöhe und zwar so, daß durch Division von $\sqrt{h}$ ein konstanter Werth erreicht wird. Die folgenden weniger zuverlässigen Versuche weisen zwar, außer den 5 sehr übereinstimmenden Versuchen in No. 89. darauf nicht mit Bestimmtheit hin, doch widersprechen sie dem auch nicht.

Dann folgt aus der Tabelle, daß bei schwerem Boden die Werthe mit der Tiefe des Eindringens wachsen, so lange die erste Fallhöhe unter 5 Fuß beträgt; sobald die Fallhöhe aber größer als 5 Fuß wird, nehmen die Werthe ab. Gerade das entgegengesetzte scheint sich bei der geringern Bodenart zu zeigen.*) Bei den wenig umfassenden Versuchen in dieser Beziehung und namentlich bei der unzuverlässigen Bestimmung der Widerstandsfähigkeit des Bodens scheint es mir aber nicht zweckmäßig, schon jetzt auf diese letztern Verschiedenheiten Rücksicht zu nehmen. Berücksichtigt man aber die zuerst angegebene deutliche Einwirkung der ersten Fallhöhe, und nennt man W die Wiederstandsfähigkeit des Boden, die des Sandes = 1 gesetzt, so wird für Rheinländisches Maaß

für Zugrammen

$$112 . W . t^2 = n\,H . \frac{P\sqrt{P} . Q}{(P+Q)^2}$$

und für Kunstrammen

$$37 . W . \sqrt{h} . t^2 = n\left\{h+\frac{t}{2}\right\}\frac{P\sqrt{P} . Q}{(P+Q)^2}$$

Nennt man ferner a den täglichen Arbeitskoeffizienten (für Zugrammen 400000, für Kunstrammen 800000) und l das tägliche Arbeitslohn, so werden die Kosten **), um den Pfahl auf die Tiefe t einzurammen, sein

$$\text{für Zugrammen} = \frac{112 . W . t^2\,(P+Q)^2 . l}{a\,Q\,\sqrt{P}}$$

$$\text{für Kunstrammen} = \frac{37 . W . \sqrt{h} . t^2\,(P+Q)^2 . l}{a\,Q\,\sqrt{P}}$$

Beide Formeln werden ein Minimum für $P = {}^1/_3\,Q$. Das heißt: die Rammen sind am vothheilhaftesten eingerichtet, wenn der Rammklotz 3mal so leicht ist, als der einzurammende Pfahl.

Vergleicht man die Kosten für das Einrammen mit Zug- und Kunstrammen, so werden sich diese verhalten, wie

$$224 : 37\,\sqrt{h}.$$

Wird die erste Fallhöhe der Kunstrammen gleich der der Zugrammen $= 3^1/_2$ gesetzt, so stellt sich das Verhältniß heraus wie

$$224 : 69 = 3{,}2 : 1.$$

Wollte man auf die geringe Tiefe t_1 Rücksicht nehmen, die der Pfahl durch sein eigenes Gewicht eindringt, so müßte man statt t in die obigen Formeln den Werth $t - t_1$ substituiren.

*) Nur die wichtigen Versuche in Nr. 89 sind mit denen bei schwererm Boden übereinstimmend, doch mögen bei ihnen die letzten 4 Fuße auch schon in Sandgrund gekommen sein, da der Wattgrund, in den sie zu stehen kommen, 5 Fuß niedriger lag, als das Maifeld der Schleusenbaustelle.

**) Ohne Heranbringungs- und Aufsichtskosten.

Tabelle I.

Resultate des Einrammens der Pfähle und Bohlen bei Erbauung der neuen Emdener Hafenschleuse.

Tiefe des Eindringens in Rheinländischen Zollen nach n Schlägen.

Nr.	Anzahl d. Versuche.	Gew. d. Rammbärs P. Pf.	Bezeichnung d. Bodens w.	Dimensionen des Pfahles oder der Bohle. Länge Fß.	Querschn. Zoll.	Erste Fall-höhe Fuß.																																				
I. Zugramme. Hitze = 40 Schläge.							40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240	1280	1320	1360	1400	1440
1	73	500	1,00	14'	13''0	3½	32,9	49,1	52,0	67,3	70,2	84,3	91,7	9[illegible],6	104,6	110,2	115,3	120,0	114,2	145,1	131,7	135,0	136,0	143,4	145,8	148,0																
2	30	800	1,00	14'	13''0	3	36,5	42,6	34,8	65,3	74,2	83,0	89,3	96,3	104,0	107,1	111,9	116,3	120,3	124,2	127,2	129,0	132,7	137,7	138,8	148,1	144,6	146,1	147,0	149,1												
3	35	500	1,30	14'	13''0	3½	20,4	34,3	45,3	54,0	63,9	69,1	73,0	80,0	83,5	90,4	94,5	96,3	101,6	103,3	106,4	111,3	114,1	119,3	121,7	133,7	125,7	127,4	129,2	130,6	132,4	134,0	135,4	136,6	136,6	138,0	139,1	140,2	141,3	143,4	143,3	144,5
4	28	500	3,00	14'	13''0	3½	10,0	15,4	30,0	33,4	39,7	33,5	37,0	40,0	43,3	46,1	46,0	31,0	33,3	36,0	59,3	60,5	62,5	26,3	66,0	69,3	71,4	73,3	75,0	76,7	74,0	79,5	81,3	83,0	83,0	84,5	85,9	87,1	88,3	89,4	90,3	31,0
							77,7	93,1	94,4	95,3	98,0	96,7	97,4	99,1	99,8	99,1	100,0	100,9	101,7	101,7	102,3	102,7	102,9	104,2	101,7	105,1	105,5	105,9	106,3	106,7	107,1	107,5	107,9	107,9	108,2	108,5	108,8	109,1	109,4	109,7	110,0	110,3
II. Kunstramme. Hitze = 10 Schläge.							10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
5	2	500	1,00	12'	4/12''	3	21	36,5	50,0	60,5	6[illegible],5	73,3	83	87	92	96,5	100,5	104,5	109	111	114																					
6	1	—	—	—	—	3	23	36	52	63	73	83	93	101	109	113	119																									
7	3	—	—	—	—	4	17	33	40	56	63,5	73,5	70	83	92,3	99,3	103	111	115																							
8	1	—	—	—	—	6	16	29	37	45,3	53	60	66	71	76	81	81,5	84																								
9	12	500	1,00	15'	4/13''	3	31,5	53,2	64,9	84,4	93,4	102,6	111,0	126	133	140																										
10	5	—	—	—	—	2	29,1	49,3	62,0	74,9	87,1	96,9	106,1	113,3	121,1	124,7	140,3	147,8	155,4	163,6	169,9	171,8	180,3	187,1	193,7	196,7	205,3	210,7	214,7	220,2	224,3											
11	8	800	1,00	14'	13''0	2	15,0	33,6	46,7	56,6	65,5	73,2	90,2	96,0	95,0	101,3	107,5	114,9	117,9	122,9	127,3	132,0	134,0	140,5	144,0	147,5																
12	24	—	—	—	—	2	16,2	32,3	41,7	53,3	64,3	73,4	80,9	96,5	93,0	99,5	105,5	111,0	117,0	122,3	127,4	131,8	136,3	138,5	143,0	143,3	149,1															
13	37	—	—	—	—	4	18,0	32,7	44,4	54,4	68,1	71,2	79,1	90,0	93,1	99,7	105,6	111,3	117,1	122,1	127,1	131,2	135,0	139,3	140,6	143,5	146,0	146,2														
14	17	—	—	—	—	3	20,5	35,4	47,7	59,1	67,4	73,4	88,0	90,0	97,1	103,0	109,7	116,1	121,0	127,0	132,0	136,3	140,7	143,0	147,3	150,8																
15	25	—	—	—	—	6	21,0	38,1	50,0	60,9	70,8	79,4	87,3	94,6	101,9	108,9	115,3	141,0	147,3	132,6	137,9	143,1	147,6	152,1																		
16	18	500	1,00	18'	13''0	3	20,3	35,9	48,0	59,0	67,5	76,0	84,7	92,2	99,5	106,5	113,4	119,9	126,0	132,5	139,3	145,0	152,0	157,6	161,0	165,5	173,1	177,6	183,0	186,3	190,0	193,3	198,4	196,4	204,2	206,7						
17	2	—	—	—	—	3	22,0	40,2	54,5	66,1	76,0	85,0	93,0	101,0	106,4	113,2																										
18	7	900	1,00	31'	13''0	1	27,1	46,0	64,4	78,1	90,9	101,9	111,2	119,9	127,0	135,7	143,4	150,3	157,4	164,3	170,4	176,3	182,3	187,9	193,1	196,1	202,8	207,3	211,2	213,5	212,8	223,0	227,8									
19	17	1150	1,00	18'	1/13''	2	32,4	60,3	73,9	84,3	89,0	100,1	117,1	116,1	134,6																											
20	5	—	—	—	—	3	25,8	43,4	60,6	73,0	87,2	97,0	100,0	111,2	133,2	130,4	137,6	143,0																								
21	5	—	—	—	—	3	22,5	44,4	36,4	70,8	80,7	88,1	95,4	102,6	109,3	114,0	122,0	127,4	132,5	137,1	143,4																					
22	4	—	—	—	—	6	34,0	53,0	70,3	92,4	93,3	103,0																														
23	28	1150	1,00	14'	13''0	3	23,2	40,6	54,5	63,9	75,3	83,5	81,2	99,0	101,1	110,0	[illegible]	120,[illegible]	144,1	131,1	[illegible]	139,2	142,[illegible]	146,1	149,[illegible]																	
24	21	—	—	—	—	1	22,3	39,7	31,6	62,4	71,6	72,9	97,0	24,9	101,0	106,1	111,7	119,9	121,0	129,1	133,0	137,7	111,1	144,3	147,3	150,0																
25	4	—	—	—	—	1	23,6	41,0	38,9	63,8	72,1	81,0	89,7	96,0	101,6	109,0	114,0	119,7	125,4	137,1	133,4	136,9	170,4	148,9	143,5	147,0																
26	10	—	—	—	—	1	23,9	44,3	34,6	63,4	74,1	82,7	90,9	97,9	104,9	110,3																										
27	14	—	—	—	—	0	21,3	37,3	30,3	62,3	72,3	81,8	90,3	97,0	104,3	109,4	113,1	120,8	135,8	130,1	131,0	138,6	142,0	145,0	148,0																	
28	1	—	—	—	—	7	24,0	41	56	69	80	91	101																													
29	1	—	—	—	—	8	23,0	34	50	61	71	80																														
30	22	1150	1,00	16'	13''0	2	26,0	43,4	57,6	70,0	80,3	89,8	97,3	109,0	113,4	123,6	130,7	137,2	144,1	150,7	156,7	162,9	169,7	173,4	178,0	183,2	187,5	191,0	194,2	198,9	199,4	204,2	205,5	207,7	209,5	211,3	413,0					
31	6	—	—	—	—	3	23,5	40,5	55,2	67,7	79,0	90,0	99,4	109,8	117,3	123,3	133,1	111,1	149,3	155,3	161,0	167,7	273,3	178,7	183,4	187,9	183,0	185,1	189,0	309,0	305,0	307,0	200,0	211,0	312,0	313,3						
32	4	—	—	—	—	4	23,8	30,1	50,5	60,0	69,0	77,2	85,0	92,3	99,3	106,3	112,2	120,0	127,0	134,0																						
33	3	—	—	—	—	3	23,3	40,4	54,0	64,9	74,1	84,1	93,0	101,0	109,0	116,0	122,0	129,3	133,2	141,4	145,0	150,0																				
34	4	—	—	—	—	6	13,7	34,7	45,3	54,0	62,0	70,0	79,0	86,0	93,0	100,0	104,5	113,0																								
35	1	—	—	—	—	7	33,0	24	59	68																																
36	43	1150	1,00	24'	13''0	2	49,1	66,9	64,7	74,1	89,4	99,7	109,5	119,6	137,3	125,6	143,4	151,0	155,4	164,2	173,6	181,0	18[illegible],2	193,7	207,6	218,9	422,1															
37	27	—	—	—	—	3	30,2	49,9	64,9	76,7	87,4	97,0	103,9	114,3	122,3	130,4	137,9	145,3	152,6	150,7	167,1	174,0	180,4	186,0	193,3	205,4																
38	3	—	—	—	—	4	35,3	47,0	62,0	74,7	86,0	98,7	107,0	110,0	122,7	133,0	138,3	147,0	154,0	161,3	169,3	173,3	187,3																			
39	1	—	—	—	—	3	31,0	40	31	64	79,0	96	114,0	129	140	150																										
40	4	500	1,33	11'	13''0	2	15,6	37,3	37,0	46,0	54,9	62,4	69,0	73,3	81,3	87,0	92,6	67,7	102,7	107,3	111,3	116,0	119,4	122,1	125,1	129,0	130,9	133,6	135,6	137,0	134,3	140,6	142,0	144,0	146,2	149,0						
41	3	—	—	—	—	2	20,2	32,3	43,3	50,0	56,9	63,7	70,4	76,7	82,9	88,3	94,0	99,9	101,3	106,7	113,3	119,3	123,0	126,9	130,4	134,0	137,0	139,6	142,3	145,0	147,0	150,3										
42	22	—	—	—	—	4	14,5	39,4	37,7	49,0	57,1	64,6	71,9	79,7	85,3	90,9	96,0	101,0	105,7	110,3	114,7	119,9	122,3	130,3	129,9	133,1	136,2	139,9	141,2	143,9	146,3	145,0										
43	26	—	—	—	—	3	16,0	24,9	39,2	49,3	56,2	64,6	72,1	78,9	85,3	91,3	97,0	102,5	107,8	111,3	110,3	120,4	124,3	127,0	130,7	133,7	138,2	139,4	141,1	142,1	143,0	147,2	149,0									
44	17	—	—	—	—	6	13,7	36,6	34,9	43,1	30,3	56,6	63,3	66,5	74,4	79,7	85,3	90,3	95,0	30,5	103,0	107,0	110,3	113,5	114,7	116,8	118,7	121,1	122,0	123,9	125,0	126,3	128,2	129,5	130,9	132,2	134,4	135,9	137,0			
45	9	—	—	—	—	7	18,0	30,3	37,8	41,8	50,3	57,0	62,3	69,3	73,5	81,0																										
46	31	1150	1,33	14'	13''0	3	19,7	34,4	44,1	56,4	67,3	73,4	81,2	89,3	95,0	101,5	107,3	113,4	117,1	141,5	125,6	149,2	132,6	134,0	138,7	141,4	143,9	146,2	146,5													
47	19	—	—	—	—	3	20,0	34,8	44,5	56,4	65,2	73,0	79,2	86,9	92,0	99,3	103,6	109,3	113,9	117,0	131,1	125,0	129,3	131,3	136,0	137,3	140,0	142,5	141,4	143,6	147,2	140,7										
48	3	—	—	—	—	5	19,3	33,2	44,6	54,0	62,4	70,1	77,1	83,7	89,9	95,3	99,7	104,3	109,3	113,7	118,3	113,3	122,3	125,0	127,1	129,7	131,6	133,3														
49	7	—	—	—	—	8	20,1	36,1	47,1	60,1	70,2	79,1	86,5	92,2	98,1	104,1	109,7	111,7	119,7	161,1	139,9	133,1	137,0	141,9	143,9	130,0																
50	1	1150	1,33	31'	13''0	3	29,7	43,2	51,2	63,5	79,0	90,3	98,3	103,9	110,1	113,6	131,3	126,0	131,1	138,1	140,1	143,1	146,9	147,6	153,4	151,9	164,9	161,8	164,3	172,6	170,3											

Tiefe des Eindringens in Rheinländischen Zollen nach n Schlägen.

Ferner: II. Kunstr. Hitze = 10 Schläge

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammklotzes P. Pf.	Bezeichnung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Hubhöhe h Fuß	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
31	21	1130	1,30	24'	12''⊙	2	22,0	30,8	52,3	62,8	71,8	80,4	87,9	94,6	101,5	107,6	110,5	119,9	124,3	129,0	135,2	140,8	145,2	157,0	151,9	152,9	164,0	168,2	172,5	178,7	180,7	184,4	189,1	191,5	194,2	197,5	200,0							
32	12	—	—	—	—	3	23,0	30,4	53,5	63,2	73,4	84,5	92,7	107,5	104,1	113,0	121,4	122,6	133,7	138,7	143,5	151,4	156,9	160,2	167,1	172,3	177,7	182,9	187,6	192,3	196,9	201,4	205,2	210,4										
33	7	—	—	—	—	4	27,1	39,1	53,5	65,9	76,1	84,0	91,6	103,0	111,0	114,4	125,5	132,3	139,3	146,3	151,9	160,4	166,7	171,7	180,0	187,0	194,0																	
					Fallhöhe		7	2	9	2	10	10	11	11	11	11	11	12	13	13	13	13	13	13	14	14	16	14																
34	23	1130	1,00	14'	13''⊙	—	22,5	30,1	47,5	59,2	27,2	70,4	84,0	21,2	30,2	104,0	110,2	113,4	120,4	124,6	122,0	132,6	136,2	139,1	140,1	144,0	147,2	144,0																
					Fallhöhe		4	4	5	5	6	6	9	8	8	8	8	8	8	2	8	9	2	9	2	9	9																	
35	16	1130	1,00	14'	11''⊙	—	21,2	29,2	50,6	61,7	71,1	79,6	87,6	94,7	101,3	107,5	112,4	117,7	122,4	124,7	130,6	134,7	137,5	140,4	143,2	145,5	144,4																	
36	8	800	1,00	12'	12''⊡	8	19	36	50,3	66,5	91	95	109,5	121																														
37	2	—	—	—	—	10	32	57	75	93																														
38	4	800	1,00	24'	10''⊡	6	17,7	33,0	51,0	65,4	80,5	91,5	104,7	120,3	130,0	136	151																											
39	2	—	—	—	—	10	30,0	31,0	46,0	79,0	91,5	94	104	109	113	119	123	127	131	136	137	140																						
40	1	800	1,00	22'	12''⊡	5	15	33	49	62	74	82	99	109	112	126	132	161	141																									
41	1	—	—	—	—	6	12	34	52	63	72	25	111	127	132	149	156	163	173																									

Nicht lothrecht eingeschlagene Ankerpfähle. $^1/_{12}$ Ausladung. Ramme gleichfalls $^1/_6$ geneigt.

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammklotzes P. Pf.	Bezeichnung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Hubhöhe h Fuß	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
62	1	800	0,85	20'	10''⊙	1	30	34	60	103	123	133	155	167	177	187	121																											
63	13	—	—	—	—	2	21,0	41,5	60,6	24,0	24,2	102,2	110,5	118,5	124,0	130,2	136,1	141,2	144,4	134,7	100,2	106,9	172,7	170,0	102,0	100,1	103,1	197,1																
64	15	—	—	—	—	3	26,2	39,1	25,6	77,2	64,3	91,0	97,2	103,1	104,9	111,0	114,4	121,7	129,3	133,5	137,5	141,0	141,2	147,1	147,7	126,2	139,2	121,7	167,2	171,2	173,2	179,2	194,2	102,2	194,2	198,2	200,2							
65	16	—	—	—	—	10	52,0	91,6	114,9	134,2	150,0	161,7	170,2	177,7	183,7	189,4	194,1	199,0	201,3	207,6	210,2	214,0	217,0																					
66	1	800	0,85	20'	10''⊙	1	5	13	22	30	40	57	77	101	120	153	173	191	207	221	235	244	251	260	265																			
67	7	—	—	—	—	2	12,6	30,3	62,4	97,5	113,9	130,1	150,6	173,2	186,0	186,2	209,2	220,5	230,0	238,3	246,0																							
68	10	—	—	—	—	3	17,7	30,0	60,4	82,9	103,4	127,4	140,2	163,7	170,2	184,2	203,9	215,2																										
69	3	—	—	—	—	6	55,2	104,9	136,4	146,0	200,9	212,6	222,2	230,2	236,6	245,2																												
70	21	—	—	—	—	10	53,1	96,6	131,0	156,0	174,9	190,8	201,1	210,9	212,3	227,5	234,5	240,5																										

Nicht lothrecht eingeschlagene Rajungspfähle. $^1/_6$ Ausladung. Ramme gleichfalls $^1/_6$ geneigt.

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammklotzes P. Pf.	Bezeichnung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Hubhöhe h Fuß	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
71	4	800	1,00	24'	12''⊡	6	47,0	61,0	111,5	136,9	150,3	163,0	172,3	179,0	184,5	189,3																												
72	2	800	1,00	32'	12''⊡	1	11,0	20,3	26,9	37,1	46,6	51,5	57,6	62,7	67,9	72,9	77,9	82,7	87,2	91,6	98,0	100,9	103,8	110,8	114,9	119,3	123,7	125,1	132,2	143,2	140,1	145,7	147,9	151,0	153,4	156,7	162,1	165,7	169,0	171,6	174,7	177,2	180,7	
73	2	—	—	—	—	2	12,2	29,4	24,2	47,2	33,3	62,7	69,5	74,6	70,5	84,9	90,0	90,1	79,6	104,0	102,3	114,0	118,0	123,7	129,3	133,1	132,6	142,0	146,6	150,9	154,9	130,1	163,2	167,3	171,4	173,0	176,9	180,3	186,1	182,2	190,7	197,4		
74	10	—	—	—	—	3	17,3	30,4	41,4	51,3	30,0	68,2	23,2	92,1	89,2	94,9	100,2	106,2	111,2	117,0	122,3	127,3	130,1	134,7	141,2	145,7	150,2	151,5	156,7	197,0	108,7	170,8	174,3	179,2	181,0	185,2	188,6	191,2	195,0	196,2	201,0	201,1		
75	4	—	—	—	—	4	26,2	45,2	60,4	71,2	23,4	98,1	101,2	110,7	116,7	126,7	134,8	141,7	142,9	153,1	160,9	166,2	172,1	177,1	182,4	187,4	196,4																	
76	2	—	—	—	—	5	21,2	37,3	61,3	24,9	74,0	92,0	98,0	100,0	107,0	115,0	112,3	126,3	122,0	139,3	146,0	132,8	130,0	163,3	171,3	177,3	192,3	192,3	193,2	200,3	206,0	211,0	216,0											
77	4	—	—	—	—	2	22,2	35,7	77,9	96,7	111,7	126,7	131,7	136,2	143,7	142,3	155,0	161,1	165,2	170,2	175,0	180,2	124,2	166,3	192,2	196,2	200,2	201,2	204,2	210,2	212,2	212,7	223,2	226,7	229,7									
78	3	—	—	—	—	2	29,3	55,0	75,0	87,7	97,7	106,7	114,7	121,6	127,6	133,4	139,1	144,5	150,5	154,2	160,2	167,2	173,1	172,0	184,2	190,0	194,0	122,0																
79	1	—	—	—	—	9	61,0	31,0	79,0	99,0	101,0	119,0	130,0	141,0	148,0	153,0	169,0	166,0	174,0	190,0	146,0	192,0	196,0																					
80	1	1130	1,00	2'	18''⊡	6	18,0	29,0	48,0	31,0	61,0	69,0	27,0	86,0	95,0	105,0	114,0	122,0	129,0	135,0	100,0	145,0	150,0	155,0	160,0	165,0	170,0	175,0	180,0															
81	6	—	—	—	—	3	29,2	44,8	58,4	66,4	74,2	83,3	91,4	99,3	107,6	118,1	101,2	129,4	101,9	111,8	147,5	153,6	158,9	163,3	171,2	179,7	187,0	192,5	199,9	194,0	202,7	207,4	212,0	216,2	221,2	725,9								
82	6	—	—	—	—	4	25,0	47,1	21,7	74,5	82,2	93,4	104,5	113,6	120,1	128,1	135,7	142,6	149,0	155,6	121,8	166,8	121,2	126,0	182,1	187,1	122,1	196,7	200,7	204,7	204,7	212,7	216,7											
83	1	—	—	—	—	5	44,0	67,0	80,0	98,0	101,0	113,0	120,0	138,0	150,0	152,0	167,0	174,0	181,0	139,0	196,0	204,0	212,0	218,0	222,0																			
84	2	—	—	—	—	9	12,3	26,3	43,0	36,0	64,9	77,2	87,0	96,2	102,9	114,7	126,8	130,2	137,2	144,3	130,3	136,3	191,3	167,3	172,3	177,3	192,3																	
85	14	—	—	—	—	10	37,3	60,2	72,8	90,1	94,9	100,8	115,3	124,3	137,0	145,1	152,6	159,3	163,3	170,0	172,6	121,6	196,7	111,4	196,0	200,4	204,7	209,5	212,3	216,1														

Nicht lothrecht eingeschlagene Sturmpfähle. $^1/_{12}$ Ausladung. Ramme gleichfalls $^1/_{12}$ geneigt.

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammklotzes P. Pf.	Bezeichnung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Hubhöhe h Fuß	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
86	9	1130	2,00	45	20''⊙	1	0,5	14,2	17,7	20,0	23,2	25,3	27,5	29,0	31,2	33,1	34,5	36,5	38,0	39,0	41,0	42,9	44,2	45,2	47,2	48,3	49,7	51,0	52,3	53,6	54,7	55,2	57,3	58,6	59,3	60,2	62,2	63,2	64,6	65,2	66,0	67,0	22,0	92,2
							22,6	70,0	70,0	71,6	71,9	72,4	72,2	62,3	72,7	76,1	74,5	74,2																										
87	1	1130	2,00	45	20''⊙	2	10,2	19,9	26,4	22,0	30,0	02,2	32,7	36,7	42,7	46,5	49,3	30,2	53,7	56,4	58,1	62,0	64,7	67,3	90,7	72,6	74,2	77,1	79,4	92,0	94,3	96,5	94,2	21,2	93,9	96,0	98,2	100,5	102,9	100,9	107,7	109,3	111,1	113,1
							114,2	110,7	110,4	120,2	121,9	126,6	125,3	127,0	124,0	130,4	132,1	133,7	135,3	136,9	138,6	140,2	141,9	122,2	144,6	146,5	146,8	147,2	148,1	149,6	150,0	150,7	131,3	152,2	153,4	154,2	153,5	153,7						
88	2	1130	3,00	45	20''⊙	3	10,0	12,4	27,0	31,6	31,4	35,5	39,4	43,3	47,2	50,6	54,2	57,5	60,7	64,0	67,5	70,7	71,0	77,0	72,6	91,2	26,3	26,0	90,7	24,3	93,9	94,2	100,4	103,4	105,3	107,0	110,0	112,4	114,4	112,2	110,2	121,1	102,2	123,0
							127,5	129,2	133,2	113,4	135,4	147,7	134,0	140,7	140,6	144,6	146,1	147,7	148,6	151,0	152,4	154,3	152,0	157,9	100,1	160,5	102,0	161,1	124,7	122,3	162,1	167,4	100,4	169,4	270,3	171,2	172,1	177,0	173,0	124,0	173,4	176,2	172,0	127,6

Lothrecht eingerammte. Duc d'Alben Mäkler.

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammklotzes P. Pf.	Bezeichnung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Hubhöhe h Fuß	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
89	2	1130	0,35	45	22''⊙	2	62,4	77,9	103,2	120,0	143,2	156,9	166,0	176,8	184,6	190,9	196,4	201,5	205,9	210,1	213,7	217,2	220,3	223,2	227,1	230,0	233,3	236,2	238,2	239,1	241,1	243,0	214,0	216,7	217,0	249,0	250,2	251,0	252,0	252,7	254,7			

Tabelle II.

Nr.	Gew. d. Rammbären. Pf.	Anzahl d. Versuche	Art des Bodens w.	Dimensionen des Pfahles oder der Bohle. Länge Fuß	Querschnitt Zoll	Erste Fall-Höhe h Fß.	Anzahl der Schläge, die erforderlich waren, um den Pfahl einzurammen auf t Rheinländische Fuß. 4	6	8	10	12	14	16	18	20
I. Zugrammen.															
1	580	73	1,00	14'	13''○	3½	108	181	305	480	770				
2	800	30	1,00	14'	13''○	3	98	190	318	517	870				
3	580	35	1,50	14'	13''○	3½	131	860	456	769	1420				
4	580	26	5,00	14'	13''○	3½	426	893	1640						
II. Kunstrammen.															
5	800	2	1,00	12'	4/12''	2	29	55	99						
6	—	1	—	—	—	3	27	47	74	113					
7	—	2	—	—	—	4	29	59	96						
8	—	1	—	—	—	6	43	82							
9	800	12	1,00	18'	4/12''	2	48	32	53	78	105				
10	—	5	—	—	—	3	20	38	59	85	115	149	187	232	
11	800	6	1,00	14'	13''○	2	31	58	92	134	190				
12	—	24	—	—	—	3	33	60	95	136	195				
13	—	37	—	—	—	4	34	61	94	135	202				
14	—	37	—	—	—	5	30	56	88	127	180				
15	—	25	—	—	—	6	29	52	82	117	163				
16	800	18	1,00	18'	13''○	2	30	55	85	120	158	199	256		
17	—	2	—	—	—	5	25	46	74	107					
18	800	7	1,00	21'	13''○	1	20	36	55	80	111	146	188	240	
19	1150	17	1,00	18'	4/12''	2	16	28	47	73					
20	—	5	—	—	—	3	22	38	59	86	119				
21	—	5	—	—	—	5	22	41	71	107	153				
22	—	2	—	—	—	6	17	31	53						
23	1150	28	1,00	14'	13''○	2	25	46	77	118	174				
24	—	24	—	—	—	3	26	50	82	120	179				
25	—	6	—	—	—	4	26	49	80	120	184				
26	—	10	—	—	—	5	25	47	77						
27	—	14	—	—	—	6	28	50	78	119	175				
28	—	1	—	—	—	7	25	43	65						
29	—	1	—	—	—	8	28	51							
30	1150	21	1,00	18'	13''○	2	23	42	67	95	130	169	223	328	
31	—	6	—	—	—	3	25	44	66	93	124	160	210	305	
32	—	4	—	—	—	4	28	54	86	120	155				
33	—	3	—	—	—	5	26	47	74	106	144				
34	—	4	—	—	—	6	33	63	94	131					
35	—	1	—	—	—	7	20	45							
36	1150	41	1,00	24'	13''○	2	20	35	56	82	110	142	175	209	
37	—	22	—	—	—	3	19	36	59	87	118	151	188		
38	—	8	—	—	—	4	21	38	59	85	116	148	175		
39	—	1	—	—	—	5	26	45	60	74	94				
40	800	4	1,32	14'	13''○	2	42	75	117	172	277				
41	—	3	—	—	—	3	37	72	114	164	236				
42	—	22	—	—	—	4	39	70	110	163	240				
43	—	26	—	—	—	5	38	70	109	159	245				
44	—	17	—	—	—	6	47	86	132	215					
45	—	2	—	—	—	7	46	84							
46	1150	31	1,32	14'	13''○	2	32	58	92	137	210				
47	—	18	—	—	—	3	32	59	96	147	228				
48	—	9	—	—	—	5	34	63	102	163					
49	—	7	—	—	—	6	29	52	86	130	185				
50	1150	4	1,32	21'	13''○	2	23	43	70	108	162	241			
51	1150	21	1,32	24'	—	2	26	50	82	122	168	220	281		
52	—	19	—	—	—	3	26	48	74	108	147	191	240	292	
53	—	7	—	—	—	4	26	46	72	102	137	172	207		
II. Kunstrammen.															
54	1150	23	1,00	14'	13''○	(7)	30	55	87	130	199	220	281		
55	—	16	—	—	—	(4)	28	51	82	125	193	191	240	292	
56	800	2	1,00	19'	12''□	6	28	44	61	79		172	207		
57	—	2	—	—	—	10	15	28	42						
58	800	4	1,00	24'	12''□	6	28	44	61	80	116				
59	—	2	—	—	—	10	19	35	57	102	173				
60	800	1	1,00	26'	12''□	5	30	48	68	93	138				
61	—	1	—	—	—	6	29	46	61	76	96	123			
Nicht lothrecht eingeschlagene Ankerpfähle. 1/6 Ausladung.															
62	800	1	0,65	20'	10''○	2	17	47	37	48	63	81	112		
63	—	13	—	—	—	3	24	37	52	84	123	162	208		
61	—	15	—	—	—	5	14	36	68	111	170	232	288		
65	—	12	—	—	—	10	9	15	22	31	46	67	106	167	
66	800	1	0,38	20'	10''○	1	55	67	77	88	97	108	121	136	156
67	—	7	—	—	—	2	24	32	43	53	63	76	94	116	142
68	—	19	—	—	—	3	24	35	46	57	69	83	98	121	
69	—	5	—	—	—	6	9	13	18	23	28	34	43	60	90
70	—	25	—	—	—	10	9	14	20	27	35	46	62	86	120
Nicht lothrecht eingeschlagene Rajungspfähle. 1/6 Ausladung.															
71	800	4	1,00	29'	12''□	8	10	17	25	36	46	65	105		
72	800	5	1,00	33'	12''□	1	55	98	150	202	260	329			
73	—	8	—	—	—	2	41	76	122	172	225	282	346		
74	—	53	—	—	—	3	37	65	102	146	196	253	321		
75	—	4	—	—	—	4	22	70	64	92	123	163	209		
76	—	2	—	—	—	5	28	48	75	111	148	184	224	270	
77	—	4	—	—	—	6	17	27	40	58	91	134	190	251	
78	—	3	—	—	—	4	17	29	48	78	119	160	205		
79	—	1	—	—	—	9	18	31	45	62	84	120	160		
80	1150	1	1,00	33'	12''□	2	38	64	91	118	158	206			
81	—	8	—	—	—	3	23	47	76	107	144	184	228	279	
82	—	8	—	—	—	4	21	38	61	90	122	163	210	268	
83	—	1	—	—	—	5	12	24	45	65	85	111	144	176	
84	—	6	—	—	—	9	33	55	79	106	139	181			
85	—	14	—	—	—	10	15	27	47	72	99	135	181	240	
Nicht lothrecht eingeschlagene Sturmpfähle, 1/12 Ausladung.															
86	4150	1	3,00	45'	20''○	1	196	436							
87	—	1	—	—	—	2	109	199	300	419	567				
88	—	2	—	—	—	3	92	164	250	355	478	646			
Lothrecht eingerammte Duc d'Alben Mäkler.															
89	1150	5	0,38	45'	22''○	2	12	18	27	37	51	70	103	157	245

Tiefe des Eindringens in Rheinländischen Zollen nach n Schlägen.

Ferner: II. Kunstr. Hitze = 10 Schläge

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammbären Pf.	Neigung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Auf 1 Hitze n Schläge	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
51	21	1130	1,32	24'	10''0	2	23,0	29,5	38,4	67,0	73,9	80,4	87,3	94,2	101,5	107,9	113,3	118,9	124,4	129,9	135,7	140,9	145,4	155,0	154,9	158,9	164,0	166,7	172,5	176,2	180,7	184,4	188,1	191,5	194,7	197,5	200,0
52	19	—	—	—	—	3	22,0	29,9	53,5	63,2	75,4	84,5	92,7	103,3	109,1	115,0	121,4	147,9	133,7	139,7	145,3	151,4	156,0	162,2	167,4	170,0	177,7	182,8	187,6	192,3	196,0	201,6	205,0	210,4
53	7	—	—	—	—	1	22,1	30,1	73,3	85,8	74,4	86,6	91,6	103,0	111,0	114,1	123,5	127,5	139,4	146,3	153,5	160,1	166,7	172,7	180,0	187,0	196,0
54	23	1150	1,00	14'	Fußhöhe 12''0	—	7 22,5	9 36,1	9 47,5	9 53,2	10 67,9	10 79,4	11 84,0	11 91,2	11 98,2	11 104,5	11 110,2	12 113,4	12 120,4	12 124,4	13 129,0	13 132,0	13 136,0	13 139,1	14 142,1	14 144,0	13 147,2	14 146,5
55	12	1150	1,00	14'	Fußhöhe 12''0	—	4 21,0	4 34,2	5 50,9	5 21,7	6 71,1	5 79,0	6 87,4	9 91,7	9 101,9	9 107,5	9 112,9	9 117,7	9 122,4	9 126,7	9 130,8	9 134,7	9 137,5	2 140,4	9 143,7	9 143,9	9 149,4
56	2	800	1,00	19'	14''□	2	18	38	50,5	66,5	81	93	109,5	121
57	2	—	—	—	—	10	29	57	73	93
58	9	800	1,00	24'	12''□	6	17,7	33,0	51,0	65,9	80,5	94,5	104,7	120,5	130,8	139	111
59	6	—	—	—	—	10	30,0	21,9	66,0	79,0	91,5	99	104	109	111	119	122	127	131	133	137	140
60	1	800	1,00	20'	12''□	5	19	33	48	72	74	82	92	109	117	126	132	137	141
61	1	—	—	—	—	9	10	24	30	63	72	83	111	127	136	144	136	163	173

Nicht lothrecht eingeschlagene Ankerpfähle. $^{1}/_{12}$ Ausladung. Ramme gleichfalls $^{1}/_{6}$ geneigt.

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammbären Pf.	Neigung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Auf 1 Hitze n Schläge	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310
62	1	800	0,85	20'	10''0	2	30	34	60	102	127	129	155	167	177	187	191
63	12	—	—	—	—	2	41,0	41,5	60,2	74,0	93,0	102,9	110,3	117,5	124,0	130,9	136,1	141,0	145,4	154,7	160,9	166,9	172,7	179,0	182,0	187,1	193,1	197,1
64	15	—	—	—	—	9	80,0	50,1	66,9	77,7	81,3	91,0	97,8	103,1	109,5	114,2	111,6	124,7	129,9	134,5	137,2	141,0	141,7	147,1	141,7	155,0	159,2	163,7	167,0	171,2	173,2	179,0	184,2	189,2	194,2	198,9	200,0
65	12	—	—	—	—	10	55,0	81,6	119,9	148,2	150,0	171,7	170,7	177,3	183,2	188,4	194,1	199,0	201,2	207,9	210,7	214,0	217,0
66	1	800	0,85	20'	10''0	1	9	13	24	30	40	57	77	101	140	153	172	191	207	211	235	254	264	264	264
67	7	—	—	—	—	2	19,0	37,0	63,4	97,0	112,0	134,1	150,0	172,2	186,9	190,0	200,2	220,0	230,0	236,3	240,0
68	10	—	—	—	—	3	17,7	34,0	60,0	82,9	103,4	127,4	146,2	163,7	172,0	194,3	205,9	215,2
69	6	—	—	—	—	9	90,2	104,5	136,9	196,2	205,0	219,6	223,2	230,9	230,9	248,0
70	25	—	—	—	—	10	53,1	90,9	131,0	158,2	174,9	190,7	201,1	210,9	212,0	227,3	234,5	240,5

Nicht lothrecht eingeschlagene Kajungspfähle. $^{1}/_{6}$ Ausladung. Ramme gleichfalls $^{1}/_{6}$ geneigt.

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammbären Pf.	Neigung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Auf 1 Hitze n Schläge	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
71	6	800	1,00	24'	12''□	3	67,0	81,9	111,9	124,9	150,2	162,0	172,3	172,0	181,5	189,3
72	9	800	1,00	32'	12''□	1	11,0	20,5	29,9	37,1	44,4	61,5	57,6	62,7	67,9	74,9	77,0	83,7	81,9	91,0	90,0	100,9	105,8	110,4	111,9	117,1	121,9	129,1	132,7	163,3	140,1	142,9	147,9	151,9	153,4	154,7	162,1	163,5	164,8	171,4	174,7	177,8	190,7
73	6	—	—	—	—	9	19,2	24,4	39,7	47,3	35,5	62,2	69,9	74,0	70,2	84,0	90,0	95,1	79,9	104,0	109,3	114,0	118,9	123,7	129,9	133,1	137,6	142,0	149,4	120,6	134,7	130,1	163,2	167,9	171,4	179,0	179,9	182,2	182,4	189,9	193,7	197,2
74	10	—	—	—	—	3	17,3	30,6	41,4	51,2	50,9	69,2	73,9	82,1	89,9	94,9	100,9	106,7	111,9	117,0	122,0	127,2	133,1	136,7	141,2	143,7	150,9	155,5	156,7	199,5	166,7	170,3	174,3	178,0	181,6	185,7	188,6	191,9	189,0	198,3	201,9	204,6
75	6	—	—	—	—	4	25,3	45,2	50,1	71,0	82,4	92,4	101,0	110,7	119,7	120,7	134,2	141,7	148,0	155,1	160,9	166,9	173,1	177,1	182,4	187,4	199,1
76	9	—	—	—	—	9	21,0	37,6	51,5	64,9	74,0	82,0	90,0	100,0	107,0	112,0	119,8	126,5	133,0	139,2	146,0	132,3	139,0	165,2	171,3	177,5	183,3	199,3	194,3	200,5	206,0	211,0	210,0
77	4	—	—	—	—	9	28,2	33,7	77,0	96,7	111,7	122,7	131,7	137,2	142,7	149,3	155,2	161,2	165,9	170,9	173,2	190,9	174,2	188,2	192,7	196,2	200,7	201,7	207,3	210,2	216,2	219,7	225,2	220,7	222,7
78	9	—	—	—	—	8	29,3	33,0	75,0	87,7	97,7	106,7	114,7	121,1	127,4	133,4	138,1	144,9	150,3	156,2	162,9	167,9	173,1	179,0	184,6	189,9	194,0	199,6
79	1	—	—	—	—	9	21,9	31,0	70,0	89,0	101,0	115,0	130,0	131,0	144,0	155,0	167,0	164,0	174,0	180,0	180,0	192,0	196,0
80	1	1150	1,00	2? '	12''□	2	13,0	29,0	44,0	51,0	61,0	69,0	77,0	86,0	95,0	105,0	111,0	122,0	129,0	135,0	140,0	145,0	150,0	155,0	160,0	165,0	170,0	175,0	180,0
81	2	—	—	—	—	2	29,9	44,0	54,4	66,4	74,5	83,9	91,4	99,9	107,7	115,1	121,5	129,6	134,0	141,2	147,5	153,9	159,0	165,3	171,2	172,7	182,9	187,9	192,9	199,0	202,7	207,4	212,0	216,6	221,2	225,9
82	9	—	—	—	—	4	33,2	47,1	61,7	74,9	85,5	95,4	104,3	112,1	120,1	126,1	135,7	142,2	148,0	155,4	161,3	166,9	171,7	179,3	182,1	187,1	192,1	196,7	200,7	204,7	204,7	210,7	210,7
83	1	—	—	—	—	5	44,0	67,0	80,0	90,0	101,0	112,0	136,0	130,0	150,0	159,0	167,0	174,0	181,0	189,0	196,0	204,0	210,0	217,0	226,0
84	6	—	—	—	—	7	10,2	32,3	43,0	56,0	82,9	77,9	87,6	96,0	105,9	114,7	123,9	130,9	137,0	144,9	150,5	156,9	161,9	167,9	177,9	177,3	182,2
85	14	—	—	—	—	10	37,9	80,9	76,3	90,1	95,8	108,0	119,3	124,3	127,3	145,1	138,9	150,2	165,2	170,9	176,4	181,6	188,7	191,4	196,0	200,4	201,7	204,9	210,9	210,1

Nicht lothrecht eingeschlagene Sturmpfähle. $^{1}/_{12}$ Ausladung. Ramme gleichfalls $^{1}/_{12}$ geneigt.

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammbären Pf.	Neigung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Auf 1 Hitze n Schläge	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
86	9	1150	2,00	45	20''0	1	8,3 69,2	44,2 70,0	17,7 70,6	20,6 71,2	23,2 71,9	25,2 72,4	27,3 72,9	29,6 73,2	31,3 72,7	33,1 74,1	31,8 74,5	36,3 74,9	38,0	39,0	41,2	40,9	44,2	45,9	47,2	48,9	49,7	51,0	53,0	53,0	54,7	56,9	57,3	58,4	59,5	60,9	62,2	63,2	64,2	65,2	66,0	67,0	67,2	69,9
87	1	1150	2,00	45	20''0	9	10,7 114,9	12,4 112,7	22,1 119,4	26,2 120,9	30,2 121,9	33,9 123,0	36,7 125,2	39,7 127,0	42,7 129,5	45,3 130,4	48,3 139,1	30,0 133,7	53,7 135,9	56,4 136,0	59,1 138,7	62,0 140,9	61,7 121,9	67,3 143,7	69,7 144,6	72,4 142,3	74,9 146,6	77,1 147,2	79,4 148,1	82,0 149,2	84,2 150,0	88,9 150,7	89,0 151,2	91,2 152,0	93,2 152,6	96,0 152,9	98,0 153,9	100,9 153,7	100,8	105,0	107,7	109,3	111,1	111,1
88	3	1150	3,00	45	20''0	9	10,9 127,3	12,9 129,2	27,0 132,9	21,4 134,4	31,4 194,4	33,3 137,7	39,4 129,0	40,3 160,7	47,3 149,0	50,0 144,4	54,2 162,1	57,3 147,7	60,7 119,4	64,0 151,0	67,9 152,8	70,7 194,8	71,0 156,0	77,0 157,6	79,9 159,1	82,9 160,0	22,9 192,0	88,0 163,1	90,1 164,7	93,3 165,2	97,9 129,1	99,3 167,4	100,9 168,4	103,4 182,4	105,2 170,3	107,5 171,2	110,0 170,1	117,4 172,9	114,6 173,8	114,9 174,9	148,3 173,4	191,1 176,2	193,2 177,0	125,4 177,0

Lothrecht eingerammte. Duc d'Alben Mäkler.

Nr.	Anzahl der Versuche	Gew. d. Rammbären Pf.	Neigung d. Bodens w.	Länge Fß.	Durchm. Zoll	Auf 1 Hitze n Schläge	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
89	8	1150	0,35'	45	22''0	1	62,6	77,0	103,0	[illegible]	148,2	156,9	166,0	176,3	184,0	190,0	196,4	201,3	205,9	210,1	213,7	217,4	220,9	223,2	227,1	230,0	232,3	231,1	236,9	219,1	241,6	413,6	214,8	246,2	217,6	249,0	250,3	251,3	258,0	253,7	254,7

Tabelle II.

Nr.	Gew. d. Rammbären. Pf.	Anzahl d. Versuche	Art des Bodens w.	Dimensionen des Pfahles oder der Bohle. Länge Fuß	Dimensionen des Pfahles oder der Bohle. Querschnitt Zoll.	Erste Fall-Höhe h Fß.	Anzahl der Schläge, die erforderlich waren, um den Pfahl einzurammen auf 1 Rheinländische Fuß. 4	6	8	10	12	14	16	18	20
I. Zugrammen.															
1	580	73	1,00	14′	13″0	3½	108	181	305	480	770				
2	800	30	1,00	14′	13″0	3	98	190	318	517	870				
3	580	35	1,50	14′	13″0	3½	131	860	456	769	1420				
4	580	26	5,00	14′	13″0	3½	426	893	1640						
II. Kunstrammen.															
5	800	2	1,00	12′	4/12″	2	29	55	99						
6	—	1	—	—	—	3	27	47	74	113					
7	—	2	—	—	—	4	29	59	96						
8	—	1	—	—	—	6	43	82							
9	800	12	1,00	18′	4/12″	2	48	32	53	78	105				
10	—	5	—	—	—	3	20	38	59	85	115	149	187	232	
11	800	6	1,00	14′	13″0	2	31	58	92	134	190				
12	—	24	—	—	—	3	33	60	95	136	195				
13	—	37	—	—	—	4	34	61	94	135	202				
14	—	37	—	—	—	5	30	56	88	127	180				
15	—	25	—	—	—	6	29	52	82	117	163				
16	800	18	1,00	18′	13″0	2	30	55	85	120	158	199	256		
17	—	2	—	—	—	5	25	46	74	107					
18	800	7	1,00	21′	13″0	1	20	36	55	80	111	146	188	240	
19	1150	17	1,00	18′	4/12″	2	16	28	47	73					
20	—	5	—	—	—	3	22	38	59	86	119				
21	—	5	—	—	—	5	22	41	71	107	153				
22	—	2	—	—	—	6	17	31	53						
23	1150	28	1,00	14′	13″0	2	25	46	77	118	174				
24	—	24	—	—	—	3	26	50	82	120	179				
25	—	6	—	—	—	4	26	49	80	120	184				
26	—	10	—	—	—	5	25	47	77						
27	—	14	—	—	—	6	28	50	78	119	175				
28	—	1	—	—	—	7	25	43	65						
29	—	1	—	—	—	8	28	51							
30	1150	21	1,00	18′	13″0	2	23	42	67	95	130	169	223	328	
31	—	6	—	—	—	3	25	44	66	93	124	160	210	305	
32	—	4	—	—	—	4	28	54	86	120	155				
33	—	3	—	—	—	5	26	47	74	106	144				
34	—	4	—	—	—	6	33	63	94	131					
35	—	1	—	—	—	7	20	45							
36	1150	41	1,00	24′	13″0	2	20	35	56	82	110	142	175	209	
37	—	22	—	—	—	3	19	36	59	87	118	151	188		
38	—	3	—	—	—	4	21	38	59	85	116	148	175		
39	—	1	—	—	—	5	26	45	60	74	94				
40	800	4	1,32	14′	13″0	2	42	75	117	172	277				
41	—	3	—	—	—	3	37	72	114	164	236				
42	—	22	—	—	—	4	39	70	110	163	240				
43	—	26	—	—	—	5	38	70	109	159	245				
44	—	17	—	—	—	6	47	86	132	215					
45	—	2	—	—	—	7	46	84							
46	1150	31	1,32	14′	13″0	2	32	58	92	137	210				
47	—	18	—	—	—	3	32	59	96	147	228				
48	—	9	—	—	—	5	34	63	102	163					
49	—	7	—	—	—	6	29	52	86	130	185				
50	1150	4	1,32	21′	13″0	2	23	43	70	108	162	241			
51	1150	21	1,32	24′	—	2	26	50	82	122	168	220	281		
52	—	19	—	—	—	3	26	48	74	108	147	191	240	292	
53	—	7	—	—	—	4	26	46	72	102	137	172	207		
II. Kunstrammen.															
54	1150	23	1,00	14′	13″0	(7)	30	55	87	130	199	220	281		
55	—	16	—	—	—	(4)	28	51	82	125	193	191	240	292	
56	800	2	1,00	19′	12″□	6	28	44	61	79		172	207		
57	—	2	—	—	—	10	15	28	42						
58	800	4	1,00	24′	12″□	6	28	44	61	80	116				
59	—	2	—	—	—	10	19	35	57	102	173				
60	800	1	1,00	26′	12″□	5	30	48	68	93	138				
61	—	1	—	—	—	6	29	46	61	76	96	123			

Nicht lothrecht eingeschlagene Ankerpfähle. 1/6 Ausladung.

62	800	1	0,65	20′	10″0	2	17	47	37	48	63	81	112		
63	—	13	—	—	—	3	24	37	52	84	123	162	208		
64	—	15	—	—	—	5	14	36	68	111	170	232	288		
65	—	12	—	—	—	10	9	15	22	31	46	67	106	167	
66	800	1	0,38	20′	10″0	1	55	67	77	88	97	108	121	136	156
67	—	7	—	—	—	2	24	32	43	53	63	76	94	116	142
68	—	19	—	—	—	3	24	35	46	57	69	83	98	121	
69	—	5	—	—	—	6	9	13	18	23	28	34	43	60	90
70	—	25	—	—	—	10	9	14	20	27	35	46	62	86	120

Nicht lothrecht eingeschlagene Kajungspfähle. 1/6 Ausladung.

71	800	4	1,00	29′	12″□	8	10	17	25	36	46	65	105		
72	800	5	1,00	33′	12″□	1	55	98	150	202	260	329			
73	—	8	—	—	—	2	41	76	122	172	225	282	346		
74	—	53	—	—	—	3	37	65	102	146	196	253	321		
75	—	4	—	—	—	4	22	70	64	92	123	163	209		
76	—	2	—	—	—	5	28	48	75	111	148	184	224	270	
77	—	4	—	—	—	6	17	27	40	58	91	134	190	251	
78	—	3	—	—	—	4	17	29	48	78	119	160	205		
79	—	1	—	—	—	9	18	31	45	62	84	120	160		
80	1150	1	1,00	33′	12″□	2	38	64	91	118	158	206			
81	—	8	—	—	—	3	23	47	76	107	144	184	228	279	
82	—	8	—	—	—	4	21	38	61	90	122	163	210	268	
83	—	1	—	—	—	5	12	24	45	65	85	111	144	176	
84	—	6	—	—	—	9	33	55	79	106	139	181			
85	—	14	—	—	—	10	15	27	47	72	99	135	181	240	

Nicht lothrecht eingeschlagene Sturmpfähle, 1/12 Ausladung.

86	1150	1	3,00	45′	20″0	1	196	436							
87	—	1	—	—	—	2	109	199	300	419	567				
88	—	2	—	—	—	3	92	164	250	355	478	646			

Lothrecht eingerammte Duc d'Alben Mäkler.

89	1150	5	0,38	45′	22″0	2	12	18	27	37	51	70	103	157	245

Tabelle III.

n = Anzahl der Schläge, um den Pfahl auf die Tiefe t einzurammen; h erste Fallhöhe, P Gewicht des Rammbären; a täglicher Arbeitscoeffizient.

Nr.	Gewicht des Rammbären P. Pfd.	Anzahl der Versuche.	Art des Bodens w.	Dimensionen des Pfahles oder d. Bohle. Länge Fuß	Dimensionen des Pfahles oder d. Bohle. Durchschnitt Zoll.	Erste Fall-Höhe h. Fuß.	Werthe von $1000 \frac{n}{t} \cdot \frac{(h+\frac{t}{2})P}{a}$ für die Tiefe des Einbringens t = 4 Fuß	6 Fuß	8 Fuß	10 Fuß	12 Fuß	14 Fuß	16 Fuß	18 Fuß	20 Fuß
			I. Zugrammen.												
1	580	73	1,00	14′	13″0	3½	136,3	152,3	192,8	243,6	326,3				
2	800	30	1,00	14′	13″0	3	147,0	190,0	238,0	310,0	434,0				
3	580	35	1,50	14′	13″0	3½	166,8	220,4	288,5	390,1	600,3				
4	580	26	5,00	14′	13″0	3½	540,8	754,0	1039,6						
			II. Kunstrammen.												
5	800	2	1,00	12′	4/12″	2	29	46	74						
6	—	1	—	—	—	3	34	47	65	90					
7	—	2	—	—	—	4	43	69	96						
8	—	1	—	—	—	6	86	123							
9	800	12	1,00	18′	4/12″	2	18	27	40	55	70				
10	—	5	—	—	—	3	25	38	52	68	86	106	129	155	
11	800	6	1,00	14′	13″0	2	31	48	69	94	127				
12	—	24	—	—	—	3	41	60	83	109	146				
13	—	37	—	—	—	4	51	71	94	121	168				
14	—	37	—	—	—	5	52	75	99	127	165				
15	—	25	—	—	—	6	58	78	102	129	163				
16	800	18	1,00	18′	13″0	2	30	46	64	84	105	128	160		
17	—	2	—	—	—	5	44	61	83	107					
18	800	7	1,00	21′	13″0	1	15	24	34	48	65	84	106	133	
19	1150	17	1,00	18′	4/12″	2	23,0	33,1	50,3	73,3					
20	—	5	—	—	—	3	38,8	54,6	74,7	99,2	127,9				
21	—	5	—	—	—	5	54,6	79,1	115,0	153,8	204,1				
22	—	2	—	—	—	6	48,9	66,1	94,9						
23	1150	28	1,00	14′	13″0	2	35,9	54,6	83,4	119,3	166,7				
24	—	24	—	—	—	3	46,4	71,9	103,5	138,0	192,6				
25	—	6	—	—	—	4	56,1	81,9	115,0	155,0	219,9				
26	—	10	—	—	—	5	63,3	90,5	125,1						
27	—	14	—	—	—	6	80,5	107,8	139,4	188,3	251,6				
28	—	1	—	—	—	7	80,5	103,5	127,9						
29	—	1	—	—	—	8	100,6	133,7							
30	1150	21	1,00	18′	13″0	2	33,1	50,3	71,9	94,9	125,1	156,7	199,8	287,5	
31	—	6	—	—	—	3	44,6	63,2	83,4	106,4	133,7	163,9	207,0	291,8	
32	—	4	—	—	—	4	60,4	90,5	123,6	155,2	185,4				
33	—	3	—	—	—	5	64,7	90,6	119,3	152,4	189,7				
34	—	4	—	—	—	6	94,9	135,1	168,2	207,0					
35	—	1	—	—	—	7	64,7	93,4							
36	1150	41	1,00	24′	13″0	2	28,8	41,7	60,4	81,9	104,9	130,8	156,7	184,0	
37	—	22	—	—	—	3	34,5	51,8	74,7	100,6	126,5	152,4	185,4		
38	—	3	—	—	—	4	44,6	63,2	84,8	109,2	139,4	166,7	188,3		
39	—	1	—	—	—	5	64,7	86,2	96,3	106,4	123,0				
40	800	4	1,32	14′	13″0	2	42	62	88	120	185				
41	—	3	1,32	—	—	3	46	72	100	131	177				
42	—	22	—	—	—	4	58	82	110	147	200				
43	—	26	—	—	—	5	66	93	123	259	225				
44	—	17	—	—	—	6	94	129	165	236					
45	—	2	—	—	—	7	103	140							
46	1150	31	1,32	14′	13″0	2	46,0	69,0	99,2	138,0	201,3				
47	—	18	1,32	—	—	8	57,5	84,8	120,7	169,6	245,8				
48	—	9	—	—	—	5	83,8	120,8	165,3	234,3					
49	—	7	—	—	—	6	83,4	112,1	153,8	205,6	265,9				
50	1150	4	1,32	21′	13″0	2	33,1	51,7	74,7	109,2	155,2	222,8			
51	1150	21	1,32	24′	13″0	2	37,4	60,4	87,7	122,2	161,0	202,7	253,0		
52	—	19	—	—	—	3	46,0	69,0	93,4	123,6	158,1	195,5	237,2	280,3	
53	—	7	—	—	—	4	56,1	77,6	103,5	132,3	163,9	222,8	222,8		
54	1150	23	1,00	14′	13″0	(7)	86,2	112,1	149,5	186,9	274,6				
55	—	16	—	—	—	(4)	40,2	54,6	74,7	116,4	162,4				

Nr.	Gewicht des Rammbären P. Pfd.	Anzahl der Versuche.	Art des Bodens w.	Dimensionen des Pfahles oder d. Bohle. Länge Fuß.	Querschnitt Zoll.	Erste Fall-Höhe h. Fuß.	Werthe von $1000 \frac{n}{t} \cdot \frac{\left(h+\frac{t}{2}\right) P}{n}$ für die Tiefe des Eindringens t = 4 Fuß	6 Fuß	8 Fuß	10 Fuß	12 Fuß	14 Fuß	16 Fuß	18 Fuß	20 Fuß
	II. Kunstrammen.														
56	800	2	1,00	19′	12″□	6	56	66	76	87					
57	—	2	—	—	—	10	45	61	74						
58	800	4	1,00	24′	12″□	6	56	66	76	88	116				
59	—	2	—	—	—	10	57	76	100	153	231				
60	800	1	1,00	26′	12″□	5	52	64	76	93	126				
61	—	1	—	—	—	6	58	69	76	84	96	113			
	Nicht lothrecht eingeschlagene Ankerpfähle. 1/12 Ausladung.														
62	800	1	0,65	20′	10″0	2	17	22	28	34	42	52	70		
63	—	13	—	—	—	3	30	37	45	67	92	116	143		
64	—	15	—	—	—	5	24	48	76	111	156	199	234		
65	—	12	—	—	—	10	27	32	38	46	61	81	119	176	
66	800	1	0,38	20′	10″0	1	41	45	48	53	57	62	68	76	86
67	—	7	—	—	—	2	24	27	32	37	42	49	59	71	85
68	—	19	—	—	—	3	30	35	40	46	52	59	67	81	
69	—	5	—	—	—	6	18	19	22	25	28	32	38	50	72
70	—	25	—	—	—	10	27	30	35	40	47	56	70	91	120
	Nicht lothrecht eingeschlagene Kajungspfähle. 1/6 Ausladung.														
71	800	4	1,00	29′	12″□	8	25	31	37	47	56	70	105		
72	800	5	1,00	33′	12″□	1	41	65	94	121	152	188			
73	—	8	—	—	—	2	41	63	91	120	150	181	216		
74	—	53	—	—	—	3	46	65	89	117	147	181	221		
75	—	4	—	—	—	4	33	47	64	83	103	128	157		
76	—	2	—	—	—	5	49	64	84	111	136	158	182	210	
77	—	4	—	—	—	6	34	40	50	64	91	124	166	209	
78	—	3	—	—	—	8	42	53	72	101	139	171	205		
79	—	1	—	—	—	9	49	62	73	87	105	137	170		
80	1150	1	1,00	33′	12″□	2	54,6	76,2	97,8	119,3	151,0	189,7			
81	—	8	—	—	—	3	41,7	67,6	94 9	123,6	155,3	188,3	225,7	267,4	
82	—	8	—	—	—	4	44,6	63,3	87,7	116,4	146,6	184,0	225 7	281,7	
83	—	1	—	—	—	5	30,2	46,0	73,3	93,4	112,1	136,6	168,2	196,9	
84	—	6	—	—	—	9	130,8	158,1	184,0	212,7	250,1	291,8			
85	—	14	—	—	—	10	64,7	83,4	117,9	155,3	189,7	235,8	291,8	363,7	
	Nicht lothrecht eingeschlagene Sturmpfähle. 1/12 Ausladung.														
86	1150	1	3,00	35′	20″0	1	211,3	418,3							
87	—	1	—	—	—	2	156,7	238,6	323,4	421,2	543,4				
88	—	2	—	—	—	3	165,3	235,7	314,8	408,3	514,6	662,7			
	Lothrecht eingerammte Duc d'Alben Mäkler.														
89	1150	5	0,38	45′	22″0	2	17	22	29	37	49	65	93	138	212

Tabelle IV.

n = Anzahl der Schläge, um den Pfahl auf die Tiefe t einzurammen; h erste Fallhöhe, P Gewicht des Rammklotzes, Q Gewicht des Pfahles.

Nr.	Gewicht des Rammbären P. Pfd.	Anzahl der Versuche.	Art des Bodens w.	Des Pfahles oder der Bohle: Dimensionen	Des Pfahles oder der Bohle: Gewicht Q. Pfd.	Erste Fall-Höhe h.	Werthe von $\frac{n}{t^2}\left(h+\frac{t}{2}\right)\frac{P\sqrt{P.Q}}{(P+Q)^2}$ für die Tiefe des Eindringens t = 4 Fuß	6 Fuß	8 Fuß	10 Fuß	12 Fuß	14 Fuß	16 Fuß	18 Fuß	20 Fuß
	I. Zugrammen.														
1	580	73	1,00	14′ 13″0	516	3½	141,0	105,6	100,1	100,8	112,3				
2	800	30	1,00	14′ 13″0	516	3	123,9	106,7	100,5	104,5	122,3				
3	580	25	1,50	14′ 13″0	516	3½	171,9	151,7	149,6	161,5	207,1				
4	580	26	5,00	14′ 13″0	516	3½	703,9	521,0	538,2						
	II. Kunstrammen.														
5	800	2	1,00	12′ 4/12″	160	2	28,48	30,13	36,34						
6	—	1	—	—	—	3	33,39	30,76	31,94	35,36					
7	—	2	—	—	—	4	42,23	35,89	47,14						
8	—	1	—	—	—	6	84,46	80,53							
9	800	13	1,00	18′ 4/12″	240	2	22,59	22,59	25,11	27,62	29,27				
10	—	5	—	—	—	3	31,38	31,78	32,64	34,14	36,00	38,01	40,47	43,23	
11	800	6	1,00	14′ 13″0	516	2	52,25	53,93	58,18	63,37	71,33				
12	—	24	—	—	—	3	69,10	67,42	69,98	73,48	82,05				
13	—	37	—	—	—	4	85,96	79,75	79,22	81,58	94,38				
14	—	37	—	—	—	5	87,64	84,27	83,46	85,62	92,70				
15	—	25	—	—	—	6	97,75	87,64	85,96	86,97	91,55				
16	800	18	1,00	18′ 13″0	664	2	52,58	53,77	56,08	58,90	61,34	64,07	70,10		
17	—	2	—	—	—	5	77,11	72,41	70,10	75,01					
18	800	7	1,00	21′ 13″0	774	1	26,51	28,28	30,04	53,93	38,32	42,42	46,87	52,17	
19	1150	17	1,00	18′ 4/12″	240	2	19,38	18,55	21,22	24,71					
20	—	5	—	—	—	3	32,70	29,70	31,49	33,43	35,95				
21	—	5	—	—	—	5	46,02	44,43	48,45	51,84	57,31				
22	—	2	—	—	—	6	41,18	37,16	39,97						
23	1150	28	1,00	14′ 13″0	516	2	45,31	45,89	52,57	60,18	70,11				
24	—	24	—	—	—	3	58,00	60,40	65,25	69,60	80,99				
25	—	6	—	—	—	4	70,69	68,88	72,50	78,30	92,44				
26	—	10	—	—	—	5	79,75	76,13	78,88						
27	—	14	—	—	—	6	101,50	90,63	87,95	94,98	105,71				
28	—	1	—	—	—	7	101,50	87,00	80,70						
29	—	1	—	—	—	8	126,88	112,38							
30	1150	21	1,00	18′ 13″0	664	2	45,25	45,87	49,18	51,94	57,05	61,30	68,38	87,43	
31	—	6	—	—	—	3	60,99	57,68	57,05	58,23	60,99	64,06	70,82	88,84	
32	—	4	—	—	—	4	82,63	82,63	84,60	84,99	84,60				
33	—	3	—	—	—	5	88,53	82,63	81,68	83,42	86,56				
34	—	4	—	—	—	6	129,84	123,31	115,13	113,32					
35	—	1	—	—	—	7	88,53	85,23							
36	1150	41	1,00	24′ 13″0	885	2	41,67	40,26	43,75	47,50	50,67	54,17	56,76	59,26	
37	—	23	—	—	—	3	50,01	50,01	54,17	58,34	61,09	63,09	63,09	67,17	
38	—	3	—	—	—	4	64,59	61,09	61,51	63,34	67,34	69,09	68,17		
39	—	1	—	—	—	5	93,76	83,34	69,84	61,67	59,76				
40	800	4	1,32	14′ 13″0	516	2	70,79	69,[illegible]4	74,16	80,90	103,96				
41	—	3	—	—	—	3	77,53	80,90	84,27	88,32	99,44				
42	—	22	—	—	—	4	97,75	92,16	92,70	99,10	112,39				
43	—	26	—	—	—	5	111,24	104,50	103,69	107,19	126,41				
44	—	17	—	—	—	6	158,43	144,95	139,08	159,10					
45	—	2	—	—	—	7	173,60	157,28							
46	1150	31	1,32	14′ 13″0	516	2	58,00	58,00	62,57	69,60	84,61				
47	—	18	—	—	—	3	72,50	71,27	76,13	85,55	103,32				
48	—	9	—	—	—	5	106,94	101,51	104,26	118,18					
49	—	7	—	—	—	6	105,13	94,25	97,01	103,68	111,80				
50	1150	4	1,32	21′ 13″0	774	2	46,89	48,92	53,00	61,97	73,38	90,26			

Nr.	Gewicht des Rammklotzes P. Pfd.	Anzahl der Versuche	Art des Bodens w.	Des Pfahles oder der Bohle: Dimensionen	Des Pfahles oder der Bohle: Gewicht Q. Pfd.	Erste Fall-Höhe h Fuß	Werthe von $\frac{n}{t^2}\left(h+\frac{t}{2}\right)\frac{P\sqrt{P}.\,Q}{(P \div Q)^2}$ für die Tiefe des Eindringens t = 4 Fuß	6 Fuß	8 Fuß	10 Fuß	12 Fuß	14 Fuß	16 Fuß	18 Fuß	20 Fuß
II. Kunstrammen.															
51	1150	21	1,32	24' 13''0	885	2	54,17	58,34	63,59	70,84	75,99	83,93	91,68		
52	—	19	—	—	—	3	66,67	66,67	67,76	71,67	76,43	80,93	85,93	90,26	
53	—	7	—	—	—	4	81,26	75,01	75,01	76,68	79,18	80,34	80,76		
54	1150	13	1,00	14' 13''0	516	(7)	108,76	94,25	94,25	94,25	115,43				
55	—	16	—	—	—	(4)	50,75	45,49	47,13	58,73	68,31				
56	800	2	1,00	19' 12''□	760	6	98,93	77,73	67,13	61,48					
57	—	3	—	—	—	10	79,50	71,87	65,37						
58	800	4	1,00	24' 12''□	960	6	98,18	77,14	66,62	61,71	67,81				
59	—	2	—	—	—	10	99,93	88,85	87,66	107,30	135,0				
60	800	1	1,00	26' 12''□	1040	5	90,35	74,16	66,33	64,64	72,98				
61	—	1	—	—	—	6	100,78	79,93	66,03	58,38	55,60	56,09			
Nicht lothrecht eingeschlagene Ankerpfähle. 1/12 Ausladung.															
62	760 (800)	1	0,65	20' 10''0	436	2	27,14	23,44	22,35	21,71	22,35	23,69	27,97		
63	—	13	—	—	—	3	47,90	39,40	35,96	42,79	48,98	52,94	57,09		
64	—	15	—	—	—	5	38,32	51,09	60,67	70,89	83,02	90,75	93,43		
65	—	12	—	—	—	10	43,11	34,04	30,33	29,38	32,44	36,98	47,54	62,46	
66	760 (800)	1	0,38	20' 10''0	436	1	65,47	47,90	38,32	33,85	30,33	28,29	27,14	26,95	27,46
67	—	7	—	—	—	2	38,32	28,74	25,55	23,63	22,35	22,35	23,57	25,16	27,14
68	—	19	—	—	—	3	47,90	37,28	31,93	29,38	27,65	26,89	26,70	28,74	
69	—	5	—	—	—	6	28,74	20,24	17,56	15,97	14,88	14,62	15,20	17,75	22,99
70	—	25	—	—	—	10	43,11	31,93	27,97	25,55	25,03	25,55	27,97	32,31	38,32
Nicht lothrecht eingeschlagene Rajungspfähle. 1/6 Ausladung.															
71	720 (800)	4	1,00	2[illegible]' 12''□	1160	8	39,63	32,78	29,36	29,80	29,61	31,70	41,60		
72	720 (800)	5	1,00	33' 12''□	1320	1	62,81	66,37	72,00	74,15	77,64	82,30			
73	—	8	—	—	—	2	62,81	64,34	69,73	73,54	76,60	79,23	82,73		
74	—	53	—	—	—	3	70,47	66,37	68,20	71,70	75,07	79,23	84,63		
75	—	4	—	—	—	4	50,55	47,98	49,02	50,86	52,58	56,01	60,11		
76	—	2	—	—	—	5	75,07	65,38	64,34	68,02	69,43	69,18	69,74	71,51	
77	—	4	—	—	—	6	52,09	40,87	38,30	39,22	46,45	54,29	63,61	71,15	
78	—	3	—	—	—	8	64,34	54,11	55,15	61,89	67,77	74,82	78,50		
79	—	1	—	—	—	9	75,07	63,30	55,95	53,31	53,62	59,99	65,14		
80	1035 (1150)	1	1,00	33' 12''□	1320	2	75,29	69,98	67,36	65,78	69,34	74,73			
81	—	8	—	—	—	3	57,46	62,05	65,48	68,16	71,33	74,18	77,74	81,87	
82	—	8	—	—	—	4	61,42	58,09	60,47	64,19	67,35	72,43	67,71	86,30	
83	—	1	—	—	—	5	61,32	42,24	50,56	51,51	51,99	54,81	57,93	60,31	
84	—	6	—	—	—	9	200,11	145,26	126,80	117,29	114,91	114,91			
85	—	14	—	—	—	10	89,16	76,63	81,23	85,59	87,17	92,80	100,57	111,43	
Nicht lothrecht eingeschlagene Sturmpfähle. 1/12 Ausladung.															
86	1035 (1150)	1	3,00	45' 20''0	3927	1	208,3	275,0							
87	—	2	—	—	—	2	154,5	156,9	159,5	166,1	178,6				
88	—	3	—	—	—	3	163,0	154,9	155,2	161,0	169,1	186,7			
Lothrecht eingerammte Duc d'Alben Mäkler.															
89	1150	5	0,38	45' 22''0	4752	2	15,96	13,30	13,46	13,78	15,06	17,08	21,39	28,35	39,10

Atmosphärische Ramme

von

Clarke und Varley.

Diese Ramme ist neuerlich zur Pilotorung bei einer Futtermauer in den Catharinendocks in London benutzt worden. Die Erfinder behaupten, daß das Rammen mittelst dieser Maschine für die Hälfte der Kosten und in einem Sechstel der Zeit, im Vergleich zu den Handrammen, bewerkstelliget werden könne. Es ist bewiesen, daß die Maschine **42** Pfähle 18 Fuß tief, in einen harten Kies in dem Verhältnisse von **3** Pfählen während einer Ebbezeit von $3^1/_2$ Stunden eingerammt hat, während die gewöhnliche Handramme nur einen Pfahl in derselben Zeit einzurammen vermogte.

Die Maschine besteht aus einem schmiedeeisernen Cylinder **A**, Fig **1**, Taf. **XVII.**, der oben offen, unten aber verschlossen ist. Er hat einen luftdichtgebildeten Kolben und eine selbstwirkende Steuerung, die an irgend einem zweckmäßigen Puncte des Gerüstes angebracht ist. Die Kolbenstange ist mittelst einer Kette verbunden, die über eine Rolle **B** am obern Ende des Gerüstes geht. An diesem Ende der Kette ist die Rolle **C** aufgehängt und über dieselbe geht eine zweite Kette, deren eines Ende an dem Rammklotz befestigt ist, wogegen das andere unter dem Gerüst hindurch geht und mit dem Kopfe des Pfahles verbunden ist. Zwischen dem Triebcylinder und der Luftpumpe ist eine Verbindung mittelst enger schmiedeeiserner (gezogener) Röhren vorhanden, deren verschiedene Theile wiederum durch biegsame Stücke von vulkanisirtem Caoutchouc verbunden sind. Daher gewährt die Maschine den unberechenbaren Vorzug, in jeder Entfernung von der Dampfmaschine betrieben und eben so leicht bewegt werden zu können, wie eine gewöhnliche Ramme.

Die Wirkung der Maschine ist die folgende: Wir wollen annehmen, daß der Rammklotz auf den Kopf des Pfahles aufliege und der Kolben eben im Vacuum-Cylinder befindlich sei, so wird durch die Ventilsteuerung eine Verbindung mit der Luftpumpe bewerkstelligt; in dem Cylinder erfolgt eine Luftverdünnung, der Kolben geht durch den atmosphärischen Druck nieder und der Rammklotz wird gehoben. Sobald der Kolben am untern Ende des Cylinders angekommen ist, so wird das Ventil wieder geschlossen und die Verbindung zwischen Luftpumpe und Cylinder unterbrochen, wogegen man atmosphärische Luft unter den Kolben strömen läßt. Das Gleichgewicht ist wieder hergestellt, die Ramme fällt durch die vollständige Wirkung ihres Gewichts nieder. Dann wird das Ventil zur Luftpumpe wieder geöffnet, und das Spiel beginnt von Neuem u. s. f. Auf diese Weise erhält der Pfahl eine Reihe von kurzen schweren Schlägen, die im Verhältniß zu der Kraft der Dampfmaschine, sehr rasch erfolgen; und da durch die besondere Einrichtung der Rollen, die Entfernung zwischen dem Pfahlkopf und der Rammfläche stets dieselbe bleibt, so erhält man eine große Regelmäßigkeit der Wirkung, die bei den ältern Einrichtungen gar nicht zu erlangen ist, so daß die nachtheilige Einwirkung auf die Pfahlköpfe nicht ausbleibt. Da die Ramme bleibend mit der Kette verbunden ist, so gewinnt man die ganze Zeit, welche durch die Wiederverbindung nach jedem Schlage verloren geht. Die Maschine ist so eingerichtet, daß sie in wenigen Stunden mit dem Gerüst einer gewöhnlichen Ramme verbunden werden kann.

Fig. **2** zeigt eine Einrichtung, mittelst welcher der Vacuum-Cylinder zwei Rammklötze bewegen und zu gleicher Zeit zwei Pfähle eintreiben kann. An der Kolbenstange ist eine Rolle **A'** angebracht; um dieselbe geht eine Kette, die auch über die beiden Rollen (**B'B'**) läuft und deren Enden an den beiden hängenden Rollen (**C'C'**) befestigt sind. Die Einrichtug der zweiten Kette ist so wie die an der einfachen Maschine. Beide Rammbären haben gleiches Gewicht, und fallen bei jedem Kolbenzug zu gleicher Zeit. Treibt die eine Ramme stärker als die andere und es ist aus diesem oder einem andern Grunde wünschenswerth, den einen Pfahle einen kürzen Schlag zu geben, als dem andern, so kann dies auf folgende einfache Weise bewerkstelligt werden: an jede Ramme ist eine kurze Kette oder ein kurzes Seil befestigt, welches frei herabhängt. Nun kann der die Maschine beaufsichtigende Mann, zu jeder Zeit und ohne dieselbe aufzuhalten, das Ende dieser Kette oder dieses Seiles so befestigen, daß die Fallhöhe der Ramme beliebig verändert wird und es ist dazu eine geringe Kraft erforderlich, da beide Rammen einander das Gegengewicht halten. Während der eine Bär höher herabfällt, fällt der andere von einer geringern Höhe. Eben so kann man den einen Kloz auch gar nicht schlagen lassen, während der andere doppelt so hoch fällt.

(Civil Engineer and Architects Journal, Nov. 1848.

Ueber den Vorzug der großen Hub- und Fallhöhe der Kunstrammen.

Von
H. O. Meerbach, Ingenieur in Waldheim.

Schon Hagen führt auf S. 577 Band I. seines Handbuchs der Wasserbaukunde ein Beispiel an, um den Vorzug der großen Hubhöhe einer Kunstramme gegen die einer Zugramme durch den daraus sich ergebenden Vortheil in mechanischer und pecuniärer Beziehung festzustellen; es dürfte daher wohl der Mühe werth sein, ein ähnliches Factum anzuführen, um durch Bestätigung und Bekräftigung der Wahrheit obiger Behauptung zur allgemeinen Annahme und Einführung dieser Maschinen bei allen Wasserbauten in unseren Landen, etwas beigetragen haben. Als mir im Beginn des Jahres 1846 die specielle Leitung des Baues der Viaducte der Chemnitz-Riesaer Eisenbahn zunächst Waldheim übertragen wurde und es sich ergab, daß unter diesen 6 ansehnlichen Bauwerken, zwei theilweise auf Pfahlrost zu gründen sein würden, und die desfallsigen Anordnungen der Roste eine durchschnittliche Belastung eines Pfahles von 90,000 Pfd. bei einem Durchmesser von 14 Zoll außer Zweifel ließ, sollten zur Herstellung dieser Pfahlroste gewöhnliche Zugrammen in Anwendung kommen. Auf meine Gegenvorstellung, daß für solche bedeutende Belastungen diesen Pfahlrosten, in Bezug auf die Höhe der Bauten von circa 70 Ellen, und in Rücksicht auf die Unmöglichkeit die Basis der Pfeiler vergrößern, hiernach die Anzahl der Pfähle verhältnißmäßig vermehren, die Belastung derselben für jeden einzelnen vermindern zu können, nicht die erwünschte Tragfähigkeit durch Einschlagen mittelst Zugrammen gegeben werden könnte, sondern daß hierzu Kunstrammen mit bedeutendern Fallhöhen Anwendung finden müßten, wurde ich ermächtigt, dergleichen anfertigen zu lassen. Da jedoch die zum Bau des Viaductes Heilgenborn (einer der genannten sechs) bestimmten vier Kunstrammen nicht zur rechten Zeit fertig werden konnten, so griff man mittlerweile zu der Zugramme und begann die Arbeit.

Man rammte im Ganzen 33 Pfähle von durchschnittlich 10 Ellen Länge mit dieser Zugramme ein, an welcher 35 Mann einen Bär von 800 Pfd. Gewicht circa $2^1/_2$ Ellen hoch hoben, und bedurfte hierzu an Rammerlohn 288 Thlr. 18 Gr., was bei dem Tagelohn von 15 Ngr. auf $13^1/_2$ Arbeitsstunden pro Tag eine Arbeitszeit von circa $16^1/_2$ Tag ergab und nachweist, daß hier von 35 Mann durchschnittlich 20° Pfahllänge von 14 Zoll Durchmesser pro Tag in den Grund getrieben wurden. Das durch den Viaduct zu überschreitende Thal ist ein zu seiner Tiefe verhältnißmäßig enges zu nennen, ist von felsigen, nackten Höhen gebildet, und mit einer horizontal abgelagerten Ausfüllung versehen, die aus Schichtungen thoniger Massen und abwechselnden dünnen Kiesschichten und Geröllen besteht, und die außerdem noch mit Geschieben bis zur Größe eines halben Cubikfußes gemengt ist. In diesen Baugrund, der bis zu 7 Ellen unter dem Terrain (eine Elle tiefer, als die Sohle des Baches) ausgegraben war, in welchen das Wasser nur langsam bis zur Höhe der Bachsohle eindrang, das ohnedem leicht von 2 Mann mittelst einer Sackpumpe gewältigt werden konnte, mußten diese Pfähle gerammt werden. Die letzte Hitze von 25 Schlägen auf einen dieser 33 Pfähle ergab keine größere Einsenkung mehr als $^1/_8$ Zoll, als die erste Kunstramme zur Disposition stand und man sich anschickte, diese für die Folge zu benutzen. Der erste Schlag des 1080 Pfd. schweren Bäres trieb den ersten Pfahl, der von der Zugramme 10 Ellen tief getrieben war, bei einer Fallhöhe von 15 Ellen 1 volles Zoll tiefer, und entschiedener wurde die Behauptung des Vorzuges dieser Kunstrammen, als man erfahren mußte, daß dieser, so wie alle übrigen der 33 schon eingerammten Pfähle mit der genannten Kunstramme noch durchschnittlich 12 Zoll tiefer geschlagen werden konnten, bis daß ihre Einsenkung bei einem der letzten 5 Schläge nicht mehr als $^1/_4$—$^1/_5$ Zoll betrug. Das Arbeitslohn für Tieferschlagen dieser 33 Pfähle incl. des hierbei nöthigen öftern Versetzen der Ramme betrug 32 Thlr. 10 Gr. 2 Pf. für 5 Zimmergesellen, von denen ein jeder pro Tag 17 Ngr. 5 Pf. erhielt, und währte das Tieferschlagen demgemäß von durchschnittlich $16^1/_2$—° Pfahllänge 11 Tage.

Hierauf begann das Einschlagen von 10 Pfählen im Tagelohn mit der Kunstramme, was von 7 Zimmergesellen pro Tag 17,5 Ngr., 10 Tage dauerte, wo sonach die laufende Elle Pfahl, 12—14 Zoll Durchmesser, circa 12 Ngr. kostete, indem man diese Arbeit, incl. des Zuspitzens der Pfähle, so wie Anpassen und Befestigen des Pfahlschuhes, so wie Herbeischaffen des Pfahles bis zur Baugrube mit 43 Thlr. 6 Ngr. bezahlte.

Diese 10 Pfähle, so wie anderweitig geschlagene Probepfähle gaben Veranlassung zur Veraccordirung dieser ganzen Arbeit; es ergaben sich hierbei zwar etliche Widersprüche, die in dem jederzeit etwas verschiedenen örtlichen Verhältnissen des Untergrundes ihren Grund finden, jedenfalls trug diese Veraccordirung bei genauer Controle zur erwünschten Beschleunigung der Arbeit bei.

Die mittleren Ergebnisse, mit Bezug auf die 4 einzelnen Baugruben bei der fortgesetzten Rammarbeit mit jenen 4 Kunstrammen sind daher folgende:

Es wurden getrieben

127 Pfähle von der summarischen Länge von 958 —° für den Preis von 8,5 Ngr. pro —° in 326 Gesellenarbeitstagen von 13 1/2 Stunden bei einem durchschnittlichen Verdienste von 25,1 Ngr.

71 Pfähle von 704 —° summarischer Länge für den Preis von 9 Ngr. pro —° in 280 Gesellenarbeitstagen von 13 1/2 Stunden bei einem durchschnittlichen Verdienste von 21,9 Ngr.

230 Pfähle von 2332 —° summarischer Länge für den Preis von 9 Ngr. pro —° in 832 Gesellenarbeitstagen und 1621 Arbeitsstunden (letztere über die gewöhnliche Arbeitszeit hinaus) bei einem durchschnittlichen Verdienst pro Tag von 25,43 Ngr.

129 Pfähle von 1049 —° summarischer Länge für den Preis von 9 Ngr. pro —° in 489 Gesellenarbeitstagen von 13 1/2 Stunden bei einem durchschnittlichen Verdienst pro Tag von 19,06 Ngr.

23 Pfähle von 226 —° summarischer Länge für den Preis von 10 Ngr. pro —° in 136 Gesellenarbeitstagen von 13 1/2 Stunden und 196 Arbeitsstunden (wie oben) bei einem Verdienst von 16,53 Ngr.

76 Pfähle von 531 —° summarischer Länge für den Preis von 8 Ngr. pro —° in 252 Gesellenarbeitstagen von 13 1/2 Stunden, bei einem durchschnittlichen Verdienst von 16,8 Ngr.

Die Arbeiten, das Vorrichten der Pfähle betreffend, wie oben angegeben, waren mit in der Accordarbeit inbegriffen.

Die Pfähle wurden sämmtlich von 12—14 Zoll auch 15 Zoll stark verwendet.

An einer jeden Kunstramme arbeiteten 7 Gesellen.

Die hierbei beobachtete Controle der Arbeit mag durch einige Beispiele aus dem dabei geführten Manuale bestätig werden.

1. Nr.	2. Länge des Pfahls.	3. Zahl der Schläge.	4. Tiefe der Einsenkung. Elle.	5. Zoll.
77	9	10	2	12
		20	—	20
		30	—	19
		40	—	18
		60	—	25
		70	—	12
		80	—	9
		90	—	8
		100	—	8
		110	—	8
		120	—	7
		130	—	7
		140	—	1/2
		150	—	4
		160	—	3
		165	—	1 1/4
Summa			8	22 3/4

1. Nr.	2. Länge des Pfahls.	3. Zahl der Schläge.	4. Tiefe der Einsenkung. Elle.	5. Zoll.
71	10	5	2	—
		10	—	17 7/8
		25	—	17 3/4
		35	—	13 1/4
		45	—	12 1/4
		55	—	9 1/4
		65	—	9
		75	—	14
		85	—	17 3/8
		90	—	10 1/4
		100	—	9 1/4
		110	—	7 1/2
		120	—	7
		130	—	4 1/2
		140	—	4 1/2
		150	—	4 1/4
		160	—	4 7/8
		170	—	5 1/4
		180	—	5 7/8
		190	—	7
		200	—	4 1/4
		210	—	2
		215	—	1 1/4
		220	—	3/4
Summa			9	23 1/4

1. Nr.	2. Länge des Pfahls.	3. Zahl der Schläge.	4. Tiefe der Einsenkung. Elle.	5. Zoll.
84	11	10	2	—
		20	2	—
		30	1	2 1/2
		40	1	2 1/2
		50	—	12
		60	—	12
		70	—	12
		80	—	12
		90	—	13
		100	—	12
		110	—	13
		120	—	9
		130	—	9
		140	—	7
		150	—	2
		155	—	1 1/4
Summa			10	23 1/4

(Polytechn. Centralbl. 1849. Nr. 2.)

Versuche mit der Dampframme

von

Nasmyth

beim Baue der Weichselbrücke in Dirschau im Vergleich zur Kunstramme.

Nach Mittheilungen des Oberbaurathes Lentze ist eine Dampfmaschine für den Bau der großen Weichselbrücke bezogen worden. Ueber die Einrichtung dieser Maschinen im Allgemeinen, welche unsere Quelle ausführlich mit Hülfe von Abbildungen beschreibt, beziehen wir uns auf die früher von uns gegebenen Mittheilungen und führen nur an, daß bei der erwähnten Maschine das Sicherheitsventil mit 70 Pfd. per Quartratzoll belastet wurde, daß Bär, Kolbenstange und Kolben 28 Ctr., Dampfcylinder und Gehäuse aber 40 Ctr. wiegen, und daß die größte Hubhöhe 34″ beträgt, der Dampfzufluß aber bereits 24″ abgesperrt wird.

Die über die Leistungsfähigkeit angestellten Proben gaben folgende Resultate:

Es wurden mehrere Pfähle von 12 Zoll im Quadrat starken Kiefernholz im sandigen mit etwas Lehm gebundenen trockenen Boden, der weiterhin eine große Wider-

standsfähigkeit gezeigt hat, eingetrieben. Bei den ersten Schlägen drangen sie 1 — $1\frac{1}{2}$ Fuß, dann beträchtlich weniger, und im Ganzen 16, 18 und bezüglich 20 Fuß tief ein.

Die Ramme machte 60—70 Schläge in der Minute und beendete das Einrammen durchschnittlich in 10 Minuten mit etwa 600 Schlägen.

Dabei wurde auf das Vorrücken der Ramme nach der Stelle des folgenden Pfahls, auf das Errichten und Einsetzen desselben bei dieser ersten, nicht eingeübten Behandlung der Maschine $\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{4}$ Stunde verwendet. Zwei der Pfähle waren mit eisernen Schuhen versehen, gaben jedoch weder ein rascheres noch tieferes Eindringen zu erkennen.

Zur Vergleichung mit den Leistungen der üblichen Rammen wurde auf 2 mit der Dampframme eingetriebene Pfähle eine große Kunstramme mit einem 17 Ctr. 61 Pfd. schweren eisernen Bär angewendet.

Der erste dieser Pfähle von Kiefernholz, $12\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat stark, war vorher mit der Dampframme 16 Fuß tief eingeschlagen. Er wurde mit einem eisernen Kopfring versehen und so weit abgeschnitten, wie die Holzfasern von den Schlägen des Rammbärs verletzt waren; dabei wird bemerkt, daß die kreisförmige Bahn des Rammbärs einen etwa 2 Zoll tiefen Eindruck in der Kopffläche des Pfahls zurückgelassen lassen. Anfangs wurde die Fallhöhe des Bärs allmälig größer genommen, und es zeigte sich erst, als sie 10 Fuß betrug, ein kaum merkliches Eindringen des Pfahles.

Die größeren Fallhöhen ergaben Folgendes:

Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.	Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.
4	25′	5″	4	27,5	3,625
2	$25\frac{1}{2}$	1,75	5	28	5
1	$25\frac{3}{4}$	1,5	6	28,5	5,375
5	26	4,875	7	29	[illegible],75
3	26,5	2,875	1	29,25	0,5
1	26,75	1	1	29,5	0,375
4	27	3,25			

Im Verlauf dieser Arbeit, welche 1 Tag einnahm, sprang der eiserne $2\frac{1}{2}$ Zoll breite, 1 Zoll starke Kopfring dreimal, zuletzt in 3 Stücke, wobei der Pfahl 12 Fuß lang spaltete und nicht weiter gerammt werden konnte.

Der zweite dieser Pfähle von Rothtannenholz, 12 Zoll im Quadrat stark, war mit der Dampframme 18 Fuß tief eingeschlagen, wobei er in den letzten 100 Schlägen 2 Zoll tief eingedrungen war.

Er wurde wie der vorige am Kopf zugerichtet und mit derselben Kunstramme während eines Tages wie folgt eingetrieben.

Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.	Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.
4	30,5	5,75	4	$34\frac{1}{2}$	5,5
5	31	5,875	3	35	7,125
6	31,5	6,75	2	35,5	6
5	32	5,375	3	36	8,25
6	$32\frac{1}{2}$	5,875	1	36,5	2,25
6	33	5,625	3	37	6,75
6	$33\frac{1}{2}$	6	2	37,5	5,75
6	34	5,75	1	38	2,5

Die Erscheinung des mit dem 47. Schlage erfolgten anhaltend tieferen Eindringens stimmt mit der in derselben Tiefe nahebei wahrgenommenen reineren Beschaffenheit des Sandbodens überein.

Ferner wurden in der Nähe der vorigen Pfähle zwei mit derselben Kunstramme und mit ihr allein eingeschlagen.

Der erste war von Kiefernholz, 12 Zoll im Quadrat stark, aber nicht mit einem Kopfring versehen. Er drang wie folgt ein.

Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.	Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.
2	14	27,5	1	28,5	8,75
1	16	11,5	2	29	6,75
1	16,5	11	1	29,5	3
1	17	9,5	3	30	7,5
1	18	8	1	30,25	2
1	19	6,75	2	30,5	4
1	19,5	6	3	31	5,875
2	20	12	2	31,25	4,125
2	21	12	1	34,5	2,25
2	22	10	1	34,75	34,75
1	22,5	4,75	2	35	1,875
2	23	9,25	3	$35\frac{1}{2}$	3,625
1	24	4,25	1	35,75	1,25
2	27	12	1	36	1,23
1	28	5,25			

Der Pfahlkopf wurde einmal vor dem 19., das andere Mal vor dem 37. Schlage frisch angeschnitten, was, beiläufig bemerkt, während des Rammens mit der Dampframme nicht geschehen ist. Bei dem 46. Schlage zersprang der Pfahl in 4 Stücke, so daß er nicht weiter eingetrieben werden konnte. Die Arbeit des Rammens und Einsetzens des Pfahls währte $1\frac{3}{4}$ Tag. Meistens erfolgte in 6 Minuten 1 Schlag.

Der zweite dieser Pfähle war von Tannenholz, $12\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat stark, am Kopfe mit einem eesernen Ring von $2\frac{1}{2}$ Zoll Breite 1 Zoll Stärke umfaßt. Er drang wie folgt ein.

Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.	Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.
1	0,5	3,25	3	4,5	5,25
3	1	6,25	3	5	5,25
3	1,5	5,75	3	5,5	4,5
3	2	5,875	3	6	4,785
3	2,5	6	3	6,5	4,785
3	3	5,75	4	7	5,5
3	3,5	5,5	3	7,5	4,625
3	3	5,25	3	8	4,625
4	$8\frac{1}{2}$	6,125	10	17,5	5
4	9	7,625	1	18	0,5
4	$9\frac{1}{2}$	7,5	7	23	6
4	10	7,5	5	23,5	4,125

Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.	Zahl der Schläge.	Fallhöhe.	Eindringen.
3	10,5	6	7	24	5,25
3	11	6,125	9	24,5	6,125
3	11,5	6,625	10	25	6,25
3	12	6,75	7	25,5	5,25
2	12,5	4,5	9	26	5,5
3	13	6,75	8	26,5	5,5
3	13,5	6,5	8	27	6
3	14	6	7	27,5	5,25
3	14,5	4,375	8	28	6
6	15	6,25	8	28,5	6
5	15,5	5	8	29	6
8	16	6,25	8	29,5	6
7	16,5	5,25	8	30	6
8	17	5,5	1	30,5	0,75

Gesammtbetrag des Eindringens **23 Fuß 9 Zoll.**

Bei diesem Pfahle wurden die Holzfasern durch die Schläge auf eine größere Länge, von der Kopffläche abwärts, von einander getrennt, weshalb die angegriffenen Kopfflächen wiederholt abgeschnitten sind.

Nach 30stündiger Arbeit zersplitterte der Pfahl unter dem 252. Schlage, nachdem er überhaupt 23¾ Fuß tief eingedrungen war.

(Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen. 1848. S. 51 — 58. Hier aus dem polytechn. Centralbl. 1849, Nr. 8.)

Ueber den Bau der Siedhäuser auf Salinen.

Von

Dr. **Hellmann** in Carlsruhe.

Nebst Fig. 1 bis 4, Taf. XVI.

Mannigfach sind die Forderungen, welche man an ein wohleingerichtetes Siedhaus zu stellen berechtigt ist. Zu der Bedingung mit der kleinsten Menge Brennmaterial die größtmögliche Menge Salz darzustellen, gesellen sich noch mehrere andere, wie Ersparung an Handarbeit, und diejenigen, welche sich auf Haltbarkeit und Dauer der Siedhäuser beziehen. Zunächst hat man die Wirkung des Salzwassers, und der daraus entstehenden Dämpfe auf die Materialien zu ermessen, aus den das Siedhaus construirt werden soll, und darnach die Wahl derselben vorzunehmen.

Eigenthümlich ist die Wirkung der Soole auf das Gemäuer des Soggels, wie der Pfanneneinrichtung. Es ist schwer zu vermeiden, daß Salzwasser mit jenen in Berührung komme, bald rinnt die Pfanne, bald ein Hahnen, bald kommt Mutterlauge beim Pfannereinigen in die Gänge und aus ihnen in das Gemäuer. Ist das Siedhaus aus Materialien gebaut, die den Mauerfraß nicht widerstehen, so geht es in wenigen Jahren seinem Ruin entgegen. Man verbanne daher alle thonige Sandsteine aus dem Bereiche des Siedhauses, indem sie früher als jede andern Steine zerfallen, Wasser anziehen, erweichen, und man sie dann mit dem Finger zerreiben kann. Der leichten Bearbeitung halber läßt man sich oft verführen sie zu Fenstersteinen anzuwenden, allein auch dort hinerstreckt sich die Wirkung der Soole, indem der Dampf sie angreift, sie bald ihre scharfen Ecken verlieren, und Veranlassung zu häufigen Reparaturen werden, die theils kostspielig, theils dem Betriebe nachtheilig sind. Die Erfahrung lehrt daher nur quarzige Sandsteine, oder solche Kalksteine zu nehmen, wie sie die Encrinitenschicht des Muschelkalkes enthält; auch harte, glasig gebrannte Backsteine eignen sich zu diesen Bauten. Sehr haltbar zeigen sich die künstlichen aus hydraulischen Mörtel angefertigten Steine. Man mengt zu dem Ende den frisch angemachten Mörtel mit Quarzstücken, wodurch ein Conglomerat entsteht, das von außerordentlicher Festigkeit sich zeigt. Das Gemenge schlägt man in hölzerne Formen, und läßt es an einem feuchten vor den Sonnenstrahlen geschützten Orte anziehen. Hier wird die Masse zu einem gleichmäßigen Steine, an welchem sich die Wirkung des Salzwassers fruchtlos zeigt. Hat man an einem Siedhause Sandsteine, die zu verwittern beginnen, thut man wohl sie mit Oel zu tränken, wodurch man sie vor den ferneren Zerfallen schützt. Daß man zu Bindemittel hydraulischen Kalk, oder wenigstens Schwarzasche wählen muß, bedarf keiner weitern Erwähnung.

Zu den Pfannengemäuer nimmt man wohl weichgebrannte Backsteine, was um so eher angeht, weil die an Thonerde reichen Steine am feuerfestesten sind. Sehr oft geschieht es nun, daß die Pfanne defect wird, Soole fallen läßt, die dann unter gleichzeitigen Einfluß der Wärme in das Gemäuer dringt. Die Backsteine zersetzen sich; es entsteht kieselsaures Natron und Eisenchlorid; wirkt die Hitze fortwährend ein, so wird die ganze Masse hart und zähe, nimmt ein krystallinisches Gefüge an, vergrößert ihr Volumen, drückt dabei nach allen Richtungen; und zeigt dabei eine solche Gewalt, daß die Mauer um mehrere Zolle von ihrer ursprünglichen Stelle rückt. Sind nun mit dem Pfannengemäuer Gewölbeniederlagen oder die Umfassungsmauer

des Siedhauses in Contract, so werden diese geschoben und somit leicht Einstürze herbeigeführt. Dieses gewöhnliche Schicksal trifft meistens die Giebel. Eine zweite Erfahrungsregel ist daher die, das Pfannengemäuer so zu construiren, daß es mit keiner andern Mauer, am wenigsten mit den Umfassungsgemäuer des Siedhauses in einem Zusammenhange steht. Am zweckmäßigsten ist es, das Pfannengemäuer mit einem Graben zu umgeben, und es so vollkommen frei für sich allein aufzuführen. Dies erleichtert dann auch später vorzunehmende Abänderungen in der Construction des Feuerraumes.

Der Einfachheit und Dauerhaftigkeit halber construire man, wenn es irgend möglich ist, das Siedhaus einstöckig, und vermeide einen großen Holzaufwand. Sobald Salz ausgeschlagen und die Pfanne abgedeckt wird, dringt Dampf in das Siedhaus, der sich am Holze condensirt und bei seinem Chlorgehalte dieses zersetzt. Es entsteht Humussäure und das Holz zerfällt dabei in kleine Fasern. Am auffallendsten sieht man die Wirkung des mit Chlor geschwängerten Dampfes an der Innenseite der Dampfmäntel, von welcher man oft lange Faden abzuziehen im Stande ist. In Menge sieht man solches zersetztes Holz auf der Saline Rappenau, wo bei der Construction der Siedhäuser auf dergleichen Verhältnisse keine Rücksicht genommen ist; daher häufige Reparaturen vorkommen, welche bei einer rationellen Ableitung des Dampfes vermieden werden könnten. —

Wirkt der Dampf ununterbrochen auf Holzconstructionen ein, so erweichen sich diese, wodurch sehr oft der Zweck derselben verfehlt wird. In meiner Abhandlung über Dampfpfannen habe ich diese Verhältnisse genauer auseinandergesetzt. —

Was nun die innere Einrichtung eines Siedhauses betrifft, so hängt diese von dem Systeme ab, nach dem, und von den Mitteln, mit denen man baut. Wie dem auch sei, Hauptforderung ist es, daß jede Einrichtung der Gestalt geschieht, daß alle Arbeiten mit Leichtigkeit ausgeführt werden können, ohne viele Hände in Anspruch zu nehmen. Vor Allem vermeide man das Tragen des Salzes von einem Orte zum andern, wie dies in Rappenau zu sehen ist. Es geht dabei viel Zeit verloren, und viele Kraft, die besser benutzt werden könnte. Die Leute ruhen unterwegs aus, sobald keine Aufsicht vorhanden; und gibt man die Arbeit in Accord, so ist dieser ein dürftiger Nothbehelf des Vorstandes, welcher sich eine specielle Aufsicht der Arbeiten entziehet und der eignen Bequemlichkeit nachzuhängen strebt. — Nach meinen Erfahrungen liegen Accordarbeiten durchaus nicht im Interesse des Werkes, denn die Accordarbeit verlangt einen höhern Lohn für eine bestimmte Arbeit, ohne welchen sie Niemand übernimmt, denn unter 20 Arbeitern sind kaum 10, die aus Interesse sich auf einen

höhern Lohn zu arbeiten, solche übernehmen. Ich halte daher diejenigen Siedhäuser für die besten, welche so gebaut sind, daß ein Umherlaufen der Arbeiter vermieden wird; es müssen daher Siedeeinrichtungen, Trockenanstalten und Magazine nahe bei einander liegen. In beiliegender Construction sind diese Verhältnisse, eines Vorurtheiles halber, nicht erwogen; das aus der Pfanne gezogne Salz wird zunächst auf eine neben dem Arbeiter stehende Bank geworfen, und sobald das Wasser aufgelaufen ist, von dieser auf den Dampffang geworfen, wo es durch die Wärme des Siedhauses vorläufig trocknet; dann wird es in Kübeln geladen, und in das zweite Stock des Gebäudes getragen, wo es auf den Horden weiter getrocknet wird. Das Füllen der Kübel, das Treppensteigen, das Ausbreiten des Salzes auf die Horden, ist ungemein zeitraubend, weßhalb diese Einrichtung immer 6 Tagelöhner bei der Fabrikation 48stündigen Salzes erfordert.

Bei weitem vortheilhafter ist das von mir in Salzbronn eingeführte System die Siedhäuser zu construiren, nach welchem viele Pfannen in Ein Siedhaus zu stehen kommen; ihnen nahe sind die Trockenanstalten, welche in Heerdtrocknung bestehen. Die Magazine liegen am Ende des Siedhauses. Auch die Einrichtung des Dampffanges ist einfacher, und das Aufwerfen des Salzes weniger zeitraubend, als bei der vorhergehenden. Die Pfannendeckel liegen schwach geneigt, und da, wo sie auf dem Pfannenboden aufliegen, sind sie mit Leisten versehen, die das ablaufende Wasser durch Löcher in die Pfanne zurückleiten. Das aus der Pfanne gezogene Salz wird daher unmittelbar auf die Deckel geworfen, wo es 24 Stunden liegen bleibt, und dann mittelst einer Schaufel auf den nebenstehenden Trockenheerd geworfen, wo es nochmals 24 Stunden lang der Einwirkung der Wärme ausgesetzt wird. Wenn es nun in das Magazin gefördert werden soll, so fährt der Arbeiter mit einem Karren, auf dem 3 Kübel stehen, deren jeder 20 Kilogr. Salz halten kann, vor den Trockenheerd, füllt mit diesem seine Kübel, und fährt sie dann in das Magazin, wo sie, da von oben geschüttet wird, mittelst einer Rolle aufgezogen und entleert werden. —

Diese Anordnung hat den unglaublichen Vortheil einer großen Ersparniß an Arbeit. Während 6 Arbeiter bei obiger Einrichtung täglich mit den Productionsquantum zweier Pfannen beschäftigt sind, versorgen bei der oben beschriebenen Anordnung 6 Arbeiter täglich das Productionsquantum von 8 Pfannen, und zwar dergestalt, daß von 6 Uhr Morgens bis 10 Uhr das Salz von dem Trockenheerde in das Magazin gefördert worden, und von 10 bis 12 Uhr das auf den Pfannendeckeln liegende Salz auf die Trockenheerde ausgebreitet und das Siedhaus gereinigt worden ist, Nachmittags aber von 1 bis 6 Uhr das Salz sämmtlicher Pfannen, also 8 an der Zahl, angezogen wird. Wenn

nun das tägliche Productionsquantum eines solchen Siedhauses mit 8 Pfannen 200 Ctr. Salz ist, so gehen diese 6 Arbeitern täglich 3 Mal durch die Hände; es kommen mithin auf 1 Arbeiter täglich 100 Ctr., — ein Resultat, welches mit keiner andern Einrichtung erzielt worden ist. Bei obiger Einrichtung, wie sie die Zeichnung zeigt, producirt ein Siedhaus mit 2 Pfannen täglich 60 Ctr., sobald 48-stündiges Salz, wie man es in der Schweiz verlangt, dargestellt wird, die aber 4 Mal durch die Hände des Arbeiters gehen, mithin 40 Ctr. auf 1 Arbeiter täglich kommen.

Aus dieser einfachen Vergleichung geht hervor, wie viel durch eine bequeme Einrichtung des Siedhauses an Zeit und an Arbeit gewonnen werden kann!

Nach der bisher üblichen Methode Siedhäuser zu construiren, stellte man die Pfanne mit der breiten Seite, nach der Tiefe des Gebäudes, weßhalb man in ein ziemlich langes Gebäude verhältnißmäßig wenige Pfannen setzen konnte; meistens sind dann 2 oder 4 in Einem Gebäude. Stellt man jedoch die Pfannen ihrer Länge nach, in die Tiefe des Gebäudes, und legt zwischen je 2 Pfannen einen Trockenheerd, so gewinnt man bedeutend an Raum, und man kann 8 und 10 Pfannen in Ein Gebäude bringen, wie ich diese Anordnung in Salzbronnen befolgte. In der Anlage kommt sie um 50 % wohlfeiler als jene; ein solches Siedhaus mit 10 Pfannen kostet 180,000 F. — **Glenck** hat für jede Pfanne ein besonderes Gebäude. —

Von den Feuerungen unter den Siedepfannen.

Der Zweck des Feuers unter Siedepfannen ist nicht blos das Wasser zu verdampfen, sondern Krystalle einer bestimmten Form zu erhalten, welche Handelswaaren sind. Es können somit nicht sämmtliche Lehren hier Anwendung finden, die bei der Construction der Feuerungen für Dampfkessel leitend sind. In keinem anderen Zweige der Pyrotechnik haben sich die Baue der Einzelnen so geltend gemacht, wie bei der Construction der Heerde unter den Siedepfannen. Die Einen wollen Circulirheerde, die Andern Strahlenheerde, die Dritten Pfeilerheerde, noch Andere verlangen Querzüge; Manche hohe, Manche enge Heerdräume.

Die Cirkulirheerde leiten die Gase in bestimmten Zügen oder Kanälen unter die Pfanne; die Strahlenheerde sollen die Fammen vom Roste aus fächerartig, nemlich in Strahlen nach den dem Heizraum begrenzenden Umfassungswänden führen; die Pfeilerheerde dagegen tragen die Pfanne auf gußeisernen Pfeilerchen, oder auf solchen von Backsteinen.

Von allen diesen Constructionen haben sich die Strahlenheerde als die am wenigsten brauchbarsten herausgestellt, dagegen stimmt die öffentliche Meinung für die Circulirheerde, welche den größten Nutzeffect liefern. Allein beim Salzsieden sind meiner Erfahrung gemäß die Pfeilerheerde am zweckdienlichsten. — Rinnt nemlich eine Pfanne, so geschieht es oft, daß sich der Zug durch aufgebranntes Salz „— einen Salzmann —" verstopft, oder wenigstens bedeutend verengert; wächst ein solcher Salzmann bis zur Höhe des Zugs heran, so hebt derselbe bei zunehmender Vergrößerung die Pfanne, es entstehen somit Unebenheiten, die Züge können miteinander correspondiren, und die erhitzten Gase nehmen nun den kürzesten Weg, und ein großer Theil des Heerdes wird nicht mehr erhitzt. Die Gegenwart eines solchen Salzmannes bemerkt man an der vermehrten strahlenden Hitze an der Spürthüre; der sogenannte Feuerboden wird dann rothglühend.

Die Pfeilerheerde erfordern, sollen sie keinen Verlust an Brennmaterial herbeiführen, einen aufmerksamen Arbeiter, der die Falle am Kamine, je nach dem Zuge des Feuers und des herrschenden Windes, zu stellen versteht. Auf den östreichischen Salinen hat man Heerde von 5 bis 6' Höhe, welche sich nach der Seite der Pfanne hin vermindert; ob daraus ein ersprießlicher Vortheil erwächst, wage ich nicht zu entscheiden, nach den Nutzeffecten jedoch, welche mir unlängst zugekommen sind, stehen sie weit hinter dem Pfeilerheerde. —

Da sich bei einer ansehnlichen Länge der Pfanne die Hitze auf weite Strecken hin zu vertheilen hat, so wählt man zum Heitzen der Siedepfanne ein stark flammendes Material, wie z. B. trocknes Holz, Steinkohlen und Braunkohlen; auch Torf ist ein sehr beliebtes Brennmittel. Je nach der Art des Brennmaterials ist die Construction des Raumes, in welchen die Zersetzung und Verbrennung der Gase vor sich gehen soll, eine verschiedene; durch die mannigfachen Beobachtungen über die Verbrennung bin ich, wie die Zeichnung zeigt, auf eine Combination der Coaksöfen mit den Siedeapparaten gekommen, welche durch den Verkauf des Coaks namhafte Vortheile bietet. Betrachten wir zunächst die chemische Constitution der Brennmaterialien, und knüpfen an diese die Verbrennung selbst.

Alle Brennmaterialien bestehen aus einer relativen Menge Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, nebst festen Bestandtheilen, wie Kali, Natron, Kalk, Kieselerde, die nach der Verbrennung als Asche und zwar als kohlensaure Verbindungen zurückbleiben. Durch den Einfluß der Hitze werden sie zerlegt: die Produkte dieser Zerlegung hängen von dem Grade der Temperatur ab, bei welchen sie der Destillation unterworfen werden. Es bilden sich: Kohlenwasserstoffgase, und zwar die sogenannte einfache Kohlenwasserstoff-Sumpfluft und das doppelte Kohlenwasserstoffgas, das Leuchtgas, Kohlenoxydgas und reines Wasserstoffgas. Wenn nun die Verbrennung eine vollkommnere wäre, so müßten diese Körper zu Kohlensäure und Wasser verbrennen; indem durch die Verbindung des Sauerstoffs die

atmosphärische Luft mit den Kohlenstoff des Brennmaterials Kohlensäure, und des Wasserstoffs mit den Sauerstoff Wasser entstehen. Kann man die Verbrennung leiten, so ist man im Stande, da immer fester Kohlenstoff im überwiegenden Verhältnisse vorhanden ist, die Verbrennung der Gase vor der des Kohlenstoffs zu hemmen; wodurch vorerst schon der Vortheil zu entstehen scheint, daß beide ihrer Eigenschaft gemäß verbrannt werden, nemlich die Gase da, wo man Flammenfeuer, die Kohlen dort, wo man eine concentrirte Hitze, wie z. B. bei Schmelzungen, anwendet. Allein hierin scheint jedoch der geringste Vortheil zu liegen, indem, wenn man die Verbrennung beobachtet, die rückbleibenden glühenden Kohlen, wieder dazu dienen frisch aufgeworfenes Brennmaterial bis auf den Grad der Zersetzung zu erhitzen; diese Hitze also für den directen Nutzeffect verloren geht; sie dient nun als ein Zwischenglied, welches mittelbar nothwendig um eine weitere Verbrennung einzuleiten. Kann man bei einer im vollen Gange befindlichen Verbrennung das Moment abpassen, in welchem die Gase verbrennen, da feste Kohle als Rückstand geblieben ist, so wird man im Stande sein, beide Stadien zu hemmen, und daraus pecuniären Vortheil ziehen. Am leichtesten geschieht dies bei der Steinkohle.

Sieht man auf den Steinkohlengruben, welche große Flamme aus den Coaksöfen schlägt, wie z. B. in St. Imbert, in Duttweiler, in St. Etienne, in Ruhrort 2c., so ist es zu verwundern, daß man nicht früher dran dachte, diese verloren gehende Hitze zu benutzen. In Schweizerhalle werden jetzt jährlich an 100,000 Ctr. Steinkohlen und Coaks und dabei 170,000 Ctr. Salz fabrizirt. Bei einiger Uebung und Aufmerksamkeit der Arbeiter ist die ganze Manipulation eine sehr einfache.

Unter der Siedepfanne stehen 2 Coaksöfen; die Sohle derselben ist aus feuerfesten Backsteinen gebaut, um die Wärmeleitung nach unten zu verhindern; Gewölbe wie Seiten sind ebenfalls aus feuerfesten Backsteinen angefertigt. Um eine anfängliche Verbrennung und mit ihr eine Hitze zu entwickeln, läßt man durch die Seitenöffnungen Luft eintreten, deren Zutritt man jedoch auf das Sorgfältigste reguliren muß, um größern Kohlenverbrand zu verhüten. Bei dem Betriebe der Coaksöfen kömmt nun Alles darauf an, anfänglich die Hitze zu erzeugen, die nothwendig ist um die nachherige Destillation fortdauernd zu erhalten. Sollen deßhalb neuerbaute Oefen in Betrieb genommen werden, so müssen sie durchheizt werden, wie ich es in einer besondern Abhandlung „über die Benutzung der Abfallwärme beim Coaksbrennen", genau auseinandersetzte. Sind die Oefen mit Kohle gefüllt, so entsteht zuerst Wasserdampf, dann der eigenthümliche gelbe Kohlendampf, und mit diesem tritt die Leuchtgasflamme auf, die bald den ganzen Ofen anfüllt. Nach 48 Stunden ist der Ofen bei

einer Ladung von 16 Ctr. Steinkohlen von St. Etienne ausgebrannt; und hat durchschnittlich 60 % Coaks geliefert. Füllt man beide Oefen gleichzeitig, so werden 32 Ctr. Steinkohlen vercoakt, und circa 19 Ctr. Coaks erhalten; es sind mithin 13 Ctr. vom Gewichte der Kohlen zum Verbrande gekommen, oder vielmehr 13 Ctr. Gase erzeugt worden. Wenn man nun als Aequivalent einer Klafter Buchenholzes 16 Ctr. Steinkohlen rechnet, und es im Salinenwesen allgemein angenommen ist, daß man mit 1 Klafter Buchenholz 40 Ctr. Salz darstellt, man aber mit 13 Ctr. Gasen in 48 Stunden an 80 Ctr. Salz erhält, so stellt sich ein namhafter Gewinn bei der Benutzung der Abfallwärme heraus. Es zeigt sich somit, daß man bei Anwendung von Holz mit 40 % Brennmaterialaufwand arbeitet, mit dem Verbrande der Gase dagegen nur mit 15 % — ein Resultat, welches alle Erwartungen übertrifft. Dieses Resultat erreicht man jedoch nur bei vorzüglich guten Steinkohlen, wie es die Backkohle von St. Etienne ist. Reducirt man nun die Brennkraft genannter Materialien auf die Menge Wasser, welche 1 Pfd. derselben bei jenem Productionsquantum von Salz verdampft haben mußte, so finden wir daß 1 Pfd. Buchenholz 3,9 Pfd. verdämpfte, dagegen 1 Pfd. Steinkohle als Leuchtgas 12 Pfd. Wasser in Dampf verwandelte. Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß 1 Klafter Buchenholz jenen Effect in 24 Stunden hervorbringt, während es die Gase der Steinkohlen in 48 Stunden thaten, und daß die Soole in der Pfanne für die Abfallwärme der Coaksöfen schon auf 70° Cent. erwärmt war, während sie in der Pfanne für den Verbrand des Buchholzes von 14° Cent. auf 70° Cent. erst erwärmt werden mußte.

Bei Anwendung der Saarkohle wie der Backkohle von Duttweiler und St. Imbert wird der angegebene Nutzeffect nicht erzielt; dieselben geben nur 50% Coaks, ja öfters nur 45 %, je nach ihrem Vorkommen. Sie erzeugen ebenfalls nicht die Menge Leuchtgas wie die französischen Kohlen. — Im Großen angestellte Versuche in Salzbronn haben mir den geringeren Werth der Saarkohlen bewiesen.

Die in der Zeichnung dargestellte Construction der Coaksöfen hat den Fehler, daß bei einer Nachlässigkeit der Arbeiter öfters ohne Nutzen Coaks verbrennen, sobald die seitlichen Oeffnungen nicht gut verschlossen werden. Ich habe daher versucht die Verbrennung der Gase in einem besondern Kamine, der sogenannten Verbrennungskammer, zu bewerkstelligen, und deßhalb hinter die Fuchsöffnung der Oefen einen horizontalen Kanal, der auf der Heerdseite mit aufgestellten Backsteinen versehen ist, zwischen welchen die Flamme durchschlägt; seitlich sind Lichtlöcher angebracht, welche den nöthigen Sauerstoff einlassen. Hinsichtlich des Nutzeffects ist hierdurch Nichts erzielt worden, allein da die Coaks in einen völlig geschlossenen Ofen liegen, kann kein

Verbrand stattfinden, und man ist der Sorge um die Nachlässigkeiten der Arbeiter überhoben.

Will man die Salzproduction steigern, mithin schneller Wasser verdampfen, so kann man statt 2 Oefen 4 Oefen construiren, und den Betrieb so einrichten, daß die einen immer im vollen Gange sind, während die andern ausbrennen. Man erleidet dabei Etwas Verlust an Brennmaterial, allein ein erhöhtes Ausbringen an Salz ersetzt jenen.

Diese Einrichtung zeigt sich nun überall von besonders finanziellem Vortheil, wo ein Absatz der Coaks gesichert ist. Dieselben haben überall den doppelten Werth der Steinkohlen und bringen somit durch den Verkauf einen namhaften Gewinn; brennt man dagegen die Coaks selbst, so hat man sich nur des Vortheils zu erfreuen, welcher eine möglichst vollkommene Benutzung entwickelter Wärme gewährt. Der Nachtheil dieser Einrichtung gegen gewöhnliche Kohlfeuer besteht aber in einem erhöhten Arbeitslohn, indem beim Füllen und Ausziehen des Ofens immer 4 Arbeiter beschäftigt sind; während Ein Mann gewöhnlich 6 Kohlfeuer, von denen jedes 1 Ctr. Kohlen pr. Stunde brennt, zu versehen im Stande ist.

Beobachtet man nun die Verbrennung der Brennmaterialien mit dem Roste, so sieht man daß durch die Zuführung von Luft, mag sie durch den Rost oder seitlich eintreten, viel Brennstoff unnütz verloren geht; als Rauch oder Ruß lagert er sich in den Heerdräumen ab, oder wird durch die Schnelligkeit des Zuges durch den Kamin in das Freie geführt. Die Bildung des Rauches wird aber herbeigeführt:

1. durch Mangel an hinreichenden Sauerstoff im Verbrennungsraum;
2. durch Abkühlung der Flammen, sowohl durch den erkalteten Körper als durch eintretende kalte Luft;
3. durch übergroße Hitze des Verbrennungsraumes.

Sobald nicht hinreichend Sauerstoff vorhanden ist, wird den einzelnen Kohlentheilchen nicht Gelegenheit geboten sich mit ihm zu verbinden; ist dagegen der zu erwärmende Körper der Flamme zu nahe, so daß diese abgekühlt wird, so scheidet sich ebenfalls Ruß ab, auf welches Princip die davysche Sicherheitslampe gegründet ist; herrscht nun aber eine zu große Hitze im Verbrennungsraume, so wird das Leuchtgas zersetzt, und dann ebenfalls Ruß abgeschieden, wie man dies am einfachsten beweisen kann, wenn man Leuchtgas durch eine rothglühende Glasröhre leitet.

Um die Abkühlung der Flamme durch die eintretende kalte Luft zu verhindern, hat man zuerst in England angefangen diese Luft zu erhitzen, und die Versuche im großartigsten Maßstabe an Hohöfen ausgeführt. Da man hier günstige Resultate erzielte, so hat man sie auch in Deutschland eingeführt. Wenn nemlich kalte Luft in einen Brennraum tritt, so muß diese, ehe sie wirken kann, auf jene Temperatur erhitzt werden, bei welcher sie sich mit dem Kohlenstoff verbindet. Diese Erhitzung geht sehr rasch, entzieht aber immer einen Theil des Nutzeffectes! Der Unterschied zwischen dem Brennen eines Feuers, welches mit kalter Luft gespeist, und einem solchen, welches mit heißer Luft gespeist wird, zeigt sich besonders in der Art des Brennens; letzteres brennt mit hellweißer Flamme. Da die heiße Luft an Volumen zugenommen hat, so müssen die Zuführungskanäle derselben weiter sein, als bei kalter Luft. In meiner Zeichnung habe ich nun die am Ende des Siedhauses eintretende Luft unter den Heerd hingeleitet, um sie mit der Wärme zu erhitzen, welche durch die Leitungsfähigkeit des Bodens in diesen dringt und verloren geht. Dies zu erreichen habe ich den Luftkanal durch gußeiserne Plättchen vom Heerde getrennt, so daß die erhitzten Gase der Oefen zwischen diesem und dem Pfannenboden den größeren Theil der Wärme abgeben. Die aus dem Luftkanale zur Flamme tretende Luft hat immer genau die Temperatur der siedenden Soole, also 70° Cent. Wenngleich die erhitzte Luft, um den größten Nutzeffect hervorzubringen, nicht über 300° Cent. erhitzt werden soll, und eine heiße Luft mit weniger Temperaturgrade von unbedeutender Wirkung ist, so giebt sie mir doch in diesem Falle einen namhaften Gewinn. Ich rechne hierdurch auf die Klafter Holz 2 Ctr. Salz mehr.

An andern Orten, wie z. B. in Friedrichshall, hat man die kalte Luft in eiserne Röhren, welche durch den Heerd gehen, unter den Rost zu leiten gesucht. Allein hier wird auf der einen Seite genommen, was auf der andern wiedergegeben wird. Dessenungeachtet will H. v. Osten 1 Ctr. mehr Salz auf die Klafter Holz produciren, als ohne diese Einrichtung. Bei dem Sieden kommt es darauf an die Soole, nachdem Salz ausgezogen worden ist, möglichst schnell zum Anschießen (Krystallisiren) zu bringen; bei Rostfeuer verstärkt man daher so viel als möglich die Flamme, bei der Benutzung der Abfallwärme der Coaksöfen richtet man es ein, daß dieselben im stärksten Brande sind. Dies geschehen, hat der Sieder nichts weiter zu thun, als die bestimmte Temperatur, welche um eine bestimmte Salzqualität zu erhalten, eingehalten werden muß, zu beobachten. —

Die heißen Gase werden am gewöhnlichsten, bei ihrem Austritte aus dem Pfannenheerde, zum Wärmen der Trockenkammern verwendet. Man legt zu dem Ende gußeiserne Rohre durch dieselbe, welche hinlänglich Wärme abgeben; die Temperatur in diesen Rohren beträgt gewöhnlich 65° Cent.

Sehr viele Versuche hat man auf den Salinen mit dem Salztrocknen angestellt. Die älteste Trockenmethode ist die in Körben; in einer schmalen Trockenstube sind mehrere Reihen Latten angebracht, auf welche die mit Salz beladenen Spitzkörbe gestellt werden, und öfters 8 Tage hier stehen bleiben. Der Unterhalt an Körben, wie eine vermehrte Handarbeit stellt diese Trockenmethode als eine kost-

spielige heraus. Die später gebrauchte ist die in der Zeichnung angegebene Hordentrocknung. Das Salz wird auf Holzhorden gelegt, und bleibt in einer bis 21° erwärmten Trockenstube, 8 und 10 Tage liegen, ehe es in das Magazin gefördert werden kann. Die Anlagecapitalien sind hoch, die Handarbeit noch bedeutender als bei jener, und dann haben sie den Nachtheil, daß durch öfteres Kehren entstandener Staub sich an die weißen Krystalle setzt, und diese verunreinigt. Auf den östreichischen Salinen hat man große Trockengewölbe, welche man früher mit der abgehenden Hitze eines Pfannenfeuers erwärmte, jetzt jedoch mit einen besondern Feuer erhitzt. Dem Salze wird dort eine zuckerartige Form gegeben, die durch starkes Trocknen Festigkeit erhält.

Die wohlfeilste, beste und schnellste Trockenmethode ist die auf liegenden Heerden, welche der Ersparung von Handarbeit halber neben der Pfanne liegen, und mit der Abfallwärme derselben geheizt werden; in 24 Stunden ist das 6" hoch liegende Salz vollkommen trocken; während dieser Zeit muß es alle 3 Stunden gewendet werden.

Was nun die Wegführung des beim Sieden erzeugten Dampfes betrifft, so ist diese für das Gelingen des Siedens von der größten Wichtigkeit. Sobald der Dampf auf der Soole lastet, krystallisirt kein Salz, und das Brennmaterial wird nutzlos verbraunt. Die nächste Frage ist die: an welcher Stelle soll das Dampfkamin stehen. Theoretische Gründe, wie die Erfahrung zeigen, daß man es am besten $^3/_4$ der Pfannenlänge, vom Feuer an gerechnet, stellt; ferner: daß man den Schwadenfang nicht horizontal legt, sondern dachartig geneigt, und daß man dem Dachkamin nicht unter 40' Höhe giebt, damit es durch den eigenen Zug den sich condensirenden, in seinem Nebel auftretenden Dampf in's Freie führt. Am vortheilhaftesten zeigt sich das Dampfkamin, welches einen solchen Zug besitzt, daß es die Flamme eines in die Pfannen gehaltenen Lichtes anzieht. Es ist unmöglich hier die theoretischen Formeln aufzuführen, nach denen man jene Kamine construirt. Zum Nachtheile der Theorie muß ich hier erwähnen, daß sie hier in diesem Falle der Praxis nachsteht, und daß man oft theoretische Vortheile vernachlässigen muß, um Nebenumstände, die durch Handelsverhältnisse bedingt werden, zu erzielen.

Dampf und Rauch in Ein Kamin zu leiten, zeigt sich in der Praxis, wegen des Condensirens eines empyreumatischen Oels, nicht vortheilhaft, und verträgt sich nicht mit der in einem Siedhause nothwendigen Reinlichkeit. Am allerwenigsten aber taugt es, sie in ein von Backsteinen aufgeführtes Kamin zu leiten, die Backsteine werden nach und nach erweicht, und das Kamin seinem Verfalle entgegengeführt.

Beschreibung der Construction auf Taf. XVI.

Als Beispiel einer Siedeeinrichtung, bei welcher namentlich Brennmaterial erspart wird, und überhaupt alle Einrichtungen getroffen den höchstmöglichen Nutzeffect des Brennmaterials zu erzielen, wähle ich die vom Oberbergrath Glenck ausgeführte Construction der Saline Schweizerhall bei Basel.

Zum Heitzen der Pfanne wird die Abfallwärme zweier Coaksöfen benutzt, wie ich sie in meiner Abhandlung über Salzfabrikation beschrieben habe. Bekanntlich zerfällt der Verbrennungsproceß aller Brennmaterialien in 2 Stadien, nemlich in die Verbrennung der Gase und in die Verbrennung des festen nothwendigen Rückstandes. Da beiden eine eigenthümliche Entwickelung der Wärme zukömmt, jene sie weit fortpflanzen, diese sie auf Einen Punkt concentriren, so ist es schon einleuchtend, daß eine geeignete Anwendung der Gase wie die der Kohle von größeren Vortheil sein muß als wenn beide gleichzeitig und Einem und dem nemlichen Apparate benutzt werden. Ohne mich hier weiter auf den Proceß der Verbrennung zu erstrecken, gehe ich gleich zur Beschreibung der Construction auf Taf. XVI. über:

Fig. 1. ist der Grundriß eines halben Siedhauses,
Fig. 2. der Grundriß einer Trockenanstalt — Hordentrocknung,
Fig. 3. der Längendurchschnitt nach der Linie CD.
Fig. 4. Querdurchschnitt des Siedhauses.

Die Heerdanlage zerfällt in 2 Abtheilungen, wie Plan 1. zeigt, deren jede mit einem besonderen Coaksofen gefeuert wird. Nach der Tiefe zerfällt die Heerdanlage ebenfalls in 2 Theile, nemlich der eine Theil für die Luftheizung, der andere für die Weiterleitung der Gase.

Bei A werden die Coaksöfen mit Steinkohlen gefüllt und angezündet, und bei B treten die brennenden Gase unter die Pfanne und gehen in der Richtung der Pfeiler durch die Oeffnungen hh, in die Kamine ii, und verfolgen ihren Gang nach der über der Pfanne liegenden Trockenkammer, wo sie durch die gußeisernen Kanäle kk, ihre noch übrige Wärme abgebend, dann durch den Hauptkamin (l) in's Freie gehen. In der Kammer sind Schieber angebracht um die Wärme spannen zu können.

Da bei allen Heerdfeuerungen sehr viel Wärme in die Erde geht, und somit für den Heizzweck verloren ist, so habe ich solche aufzufangen gesucht, indem ich den Heerd durch eine Lage gußeiserner Platten in 2 Theile theilte; a, b, c, zeigen somit die tieferliegende Luftheizung. Die dann punktirten Linien deuten die Fundamentmauer der darüber befindlichen Zungen an, welche die Pfanne tragen. Zwischen der Fundamentmauer zweier Zungen sind wieder Pfeiler (β) von auf der Kante stehenden Backsteinen, darauf

ist das Ganze mit 2" starken gußeisernen Platten bedeckt, die in dem Theile a, b, c, d, mit Linien hineingezeichnet worden sind. Zwischen den beiden Coaksöfen tritt bei (m) in der Feuerkammer die Luft ein, erfüllt den ganzen unteren Theil des Heerdes, und tritt unterirdisch in die Coaksöfen zurück.

Die Luftheizung speist die Coaksöfen mit heißer Luft, welche nach den Erfahrungen, die ich in Menge sammelte, immer genau die Temperatur der Soole in der Pfanne hat; also durchgehends 70° R.

Die Gase, welche den Coaksöfen entströmen, entzünden sich bei (B) und erhitzen somit die Pfanne.

Eine bekannte Methode ist es, daß man auf Salinen mit 16—18 Ctr. Steinkohlen ausgesättigter Soole 36—38 Ctr. Salz gewinnt; mit dieser Combination der Benutzung des Brennmaterials, werden je nach Qualität der Kohlen weit mehr erhalten, woraus der Vortheil der Construction in die Augen springt.

Durch den Verkauf des Coaks wird der finanzielle Gewinn namhaft vergrößert. —

Später machte ich den Versuch, den Dampf, der sich im Schwadenfang M befindet, seitlich unter der Dampfpfanne P zu condensiren; allein es hat dieses System manche Nachtheile für die Krystallisation und für die Pfanne.

Neue Windmühlen-Flügel.

Fig. 3. Taf. XVII. zeigt die ausgespannten Windmühlenflügel und zwar den einen seiner ganzen Länge nach.

Fig. 4. Senkrechter Durchschnitt der Flügel, nach der Linie A B Fig. 3.

Fig. 5. Ansicht von vorn der auf die Ruthen zurück geschobenen Flügel.

Fig. 6. Theil der Ruthe und der Flügel, im Profil gesehen und die Einrichtung der Querarme.

Fig. 7. Mechanismus zur Bewegung der Flügel.

Fig. 8. die mit dem Mechanismus versehene Flügelwelle.

Fig. 9. Rad, mit dessen Hülfe man die Flügel ausspannt oder einzieht.

Fig. 10. Theil von einem der Bretter, nach einem größern Maaßstabe gezeichnet.

Fig. 11. Querarm von vorn und von der Seite.

a a, Windruthen, welche an der Flügelwelle b befestigt sind. c, Bretter von Tannenholz, welche an den Querarmen mittelst der Klammern d befestigt worden sind, die es auch verhindern, daß sie sich in dem Temperatur-Wechsel verziehen. e, Fig. 11, Querarme, welche hinter den Brettern angebracht werden und mit Bolzen f versehen sind, die ihnen als Axe dienen. Diese Bolzen drehen sich in Büchsen, die an Klötzchen angebracht werden, die ihrerseits an den hölzernen Stäben g angenagelt oder angeschraubt sind. h, Eiserne Stange, welche durch die Flügelwelle b und unter dem Halse i durchgeht. Sie ist mit einem Getriebe k versehen, welches in ein Rad l, auf der Mitte des Wellkopfes eingreift. Auf der Axe dieses Rades ist ein anderes Getriebe m, Fig. 7 und 8, angebracht, welches in die vier Zahnstangen n n eingreift. Der Eingriff wird durch vier Röllchen erhalten, deren Axen einestheils in den Kopf der Flügelwelle, anderntheils in der Platte o angebracht worden sind.

Das Getriebe p am andern Ende der Stange h wird durch das Zahnrad q bewegt, welches frei auf einem kleinen Halse der Welle steht. An dem Rade ist ein anderes mit Griffen zum Drehen r angebracht und mit demselben regiert ein Arbeiter die Flügel, öffnet und schließt sie.

s, Winkel, die eines Theils an den Zahnstangen n und andern Theils an den Querstangen e, mittelst der Stäbe t befestigt worden sind. u, Stangen, deren eines Ende an den Winkeln t und das andere mit den Stücken v durch Nägel verbunden und um dieselben drehbar ist.

Man begreift, daß das Getriebe m, welches zu gleicher Zeit in alle vier Zahnstangen eingreift, dieselben entweder einwärts oder auswärts schiebt. Indem nun diese Zahnstangen auf die Winkel s und auf die Stangen t wirken, drehen sie den obern Querarm e um seine Axe, eine Bewegung, welche den übrigen Querarmen durch die Bretter c mitgetheilt wird. Es geht aus dieser Einrichtung hervor, daß wenn diese Querarme in der horizontalen Stellung sind, die Bretter sich durch ihre Klammern d ausbreiten, so daß sie gegen die Arme eine senkrechte Lage einnehmen und daß wenn man dagegen diese Arme in die senkrechte Stellung zurückführen läßt, die Bretter sich übereinander legen und die Flügel alsdann eingezogen sind.

Diese Einrichtung, welche im Wesentlichen darin besteht, daß das Segeltuch der gewöhnlichen Windmühlenflügel, oder die befestigten Windbretter (sogenannte Windthüren) durch wegliche und verstellbare ersetzt worden sind, rührt von Hrn. Berton zu Chapelle St. Denis her. Sie hat, wie schon

eine früher gemachte Einrichtung der Art (von dem Engländer Cubit und beschrieben in Weisbach's Ingenieur- und Maschinen-Mechanik, Bd. II., S. 397 ꝛc. oder weitläufiger in Hartmann's Maschinen- und Fabrikenwesen Th. I.), den Zweck, die dem Winde ausgesetzte Oberfläche nach Belieben verändern zu können.

Die Vorrichtung ist etwas zusammengesetzt und hat daher ihre Mängel, wirkt aber im Allgemeinen gut und verdient angenommen und eingeführt zu werden, welcher Meinung auch der Berichterstatter, Herr Saulnier, in der Societé d'Encouragement zu Paris ist.

(A. d. Bulletin de la Soc. d'Encour. März u. Mai 1849).

Beschreibung eines Gruben-Compasses mit constantem Niveau,

von

A. G. Lambert,

Aspirant du Corps des Mines zu Mons.

Heutiges Tages, wo die Boussole, namentlich in Rücksicht auf die zu complicirten Instrumente, welche man für dieselbe hingestellt hat, noch allgemein zur Auffindung der Grubenrisse gebraucht wird, fragt man sich, wie dieses Instrument noch nicht so verbessert ist, wie es seine Anwendung zu diesem Zwecke erfordert, besonders jetzt, wo der hohe Aufschwung, den der Bergbau genommen hat, sich nicht mit bloß annähernden Resultaten bei den markscheiderischen Operationen mehr begnügen kann. Weil man aber die alte mit einem Knie und einer hölzernen Alhidade versehene Boussole noch immer gebraucht, darf man nicht folgern, daß man dieselbe nicht zu verbessern gesucht hätte; man hat im Gegentheil zu diesem Behufe mehr oder weniger sinnreiche Veränderungen vorgeschlagen, von denen man jedoch wieder abkam, weil sie wohl gut waren, um auf der Oberfläche zu operiren, keineswegs aber sich zum Gebrauche in den Gruben eigneten, wo die fast stets gehinderte Stellung des Markscheiders und der Mangel einer hinreichenden Beleuchtung die Anwendung complicirter Instrumente sehr mißlich macht. So ist unter den vorgeschlagenen Einrichtungen die, bei welche das Knie der Boussole durch eine Platte mit Stellschraube ersetzt wird, wie bei der Röhrenlibelle, nicht angenommen, weil das Arbeiten damit zu viel Zeit erfordert und in den Gruben nicht immer möglich ist. Andererseits sind diese Boussolen noch mit hölzernen Alhidaden versehen, welche häufig an den gewöhnlichen Boussolen einen Fehler im Parallelismus mit der Nordlinie in der Büchse zeigen. Nach mehreren gewissenhaften Versuchen und überzeugenden Proben glaube ich das vorgesteckte Ziel in dem Instrumente erreicht zu haben, dessen Beschreibung nachfolgt und das sich dadurch empfiehlt, daß es bereits in einer großen Zahl von Kohlenwerken angewendet wird.

Das alte System, nämlich das Aufhängen der Boussole mittelst einer Schnur, statt dieselbe auf ein dreifüßiges Stativ zu setzen, wird beinahe überall nicht mehr angewendet, wegen der Schwierigkeiten, mit denen das Befestigen der Enden der Schnur verbunden ist; auch bringen die Schwankungen der letztern den Apparat während der beiden verschiedenen Operationen, welche zur Auffindung der gesuchten Richtung und Neigung nöthig sind, stets mehr oder weniger in Unordnung.

Seit dem Jahre 1839 habe ich nun darüber nachgedacht, eine Vorrichtung zu ersinnen, den Gebrauch der Boussole zum Aufnehmen von Grubenrissen sicher und bequem zu machen.

Mit dieser neuen Boussole werden alle zum Aufnehmen und Nivelliren der Bauten unter Tage nöthigen Arbeiten auf das einfache Ablesen der durch die Magnetnadel und das Bleiloth, nach dem Stellen des Fernrohres auf den Visirpunkt, angegebenen Grade reducirt, denn die Stellung des Instrumentes oder seines Statives, mag sein, welche sie will, der eingetheilte Kreis, in dessen Mittelpunkte sich die Magnetnadel dreht, bleibt beständig in horizontaler Ebene, während der Inclinationskreis beständig vertikal steht, so daß die Boussole so den beiden Hauptbedingungen für das exacte Operiren genügt. Da ich jeden Theil dieser Boussole so eingerichtet habe, daß sie sogleich rectificirt und korrigirt werden kann, so ergiebt sich, daß sie weniger den Reparaturen unterworfen ist, als die alten. Dabei ist sie nicht weniger portativ, auch kostet sie nicht viel mehr. M. Dehennault, mathematischer Instrumentenmacher zu Fontaine-l'Evèque fertigt sie sorgfältig zu einem billigen Preise an.

Beschreibung der Figuren.

Fig. 12 stellt die horizontale Projection, Fig. 13 die Seitenansicht in geneigter Stellung dar, Fig. 14 einen Theil der Stellschrauben. NOSW ist die Büchse der Boussole; sie ist wie der Schiffscompaß in der unter den

Namen der „Suspension von Cardan" bekannten Art zwischen den beiden Spitzen a a aufgehängt, um welche sie beweglich ist. a b a b Kreisrand, in welchem die beiden Träger a a eingeschraubt sind; dieser Rand dreht sich wiederum um die Spitzen c c, welche ihn tragen. c d c d fester Rahmen, in welchem die beiden Spitzen c c eingeschraubt sind, und der durch die drei Arme f g h getragen wird.

Bei dieser Art von Suspension wird, wenn der getheilte Kreis im Gehäuse der Boussole in einer horizontalen Ebene liegt und sobald der Schwerpunkt des Systems und des beweglichen Kreises a b a b in der Vertikalebene liegt, welche durch den Treffpunkt der beiden Geraden NS und WO und unterhalb der Ebene dieser beiden Linien geht, die Lage jenes Gehäuses und des getheilten Kreises stets ganz horizontal sein, selbst bei allen Stellungen des Apparates.

Wenn nun bei einer jeden dieser Stellungen, die Linie WO z. B. nicht horizontal wäre, so würde der Schwerpunkt des Gehäuses und des beweglichen Kreises, nicht mehr in der vertikalen Ebene liegen, welche durch die beiden Aufhängungspunkte c c geht, und die Last des Apparates würde stets dahin wirken, die Linie OW horizontal zu machen; dasselbe ist mit NS der Fall. — Um den Schwerpunkt des Boussolengehäuses und des beweglichen Kreisrandes in der eben angegebenen Stellung zu bestimmen, gebraucht man die Kugel S, welche um eine der beiden Schrauben t t, Fig. 12 sich drehet, durch welche sie an dem Gehäuse befestigt wird und dazu dient, den Schwerpunkt zu verrücken; dieser wird von ihr weiter unterhalb der Aufhängungspunkte a a c c herabgerückt. Zur Verstärkung der Wirkung dieser Kugel dienen die beiden mit Schraubengewinden versehenen Spitzen a a, welche man in entgegengesetzter Richtung bewegt, d. h. indem man die eine nachläßt, zieht man die andere an.

i i ein um die Axe k bewegliches Fernrohr, l l ein zum Messen der Fallwinkel in Grade eingetheilter Halbkreis, welcher an das Fernrohr befestigt ist. Der von diesen beiden Stücken gebildete Apparat wird in stetem Gleichgewicht um die mit Spitzen versehenen Stellschrauben m m durch das metallene Lineal n n erhalten, so daß, wenn der Halbkreis l l in eine Vertikalebene mittelst der mit Gegengewicht versehenen Schrauben y y und der beiden Schrauben w w gebracht ist, er beständig strebt, diese Lage wieder anzunehmen.

q Dülle, welche zur Aufstellung des Apparates auf einem Stative dient, und die ganz einfach an die Stücken f g h angeschraubt wird, von denen man sie abnimmt, sobald sie in den Kasten eingepackt wird.

r r ist ein flaches Ansatzstück, um welches der ganze Apparat gedrehet werden kann (Fig. 13).

w w Schrauben zur Bewegung der Stücken x x, um die Sehare des Fernrohres mit der auf dem Boden des Boussolengehäuses befindlichen Nordlinie parallel zu erhalten. Damit diese beiden Schrauben, während des Gebrauches des Apparates nicht in Unordnung gerathen, kann man die Schrauben X X anwenden, (Fig. 14). Um diesen Parallelismus zu korrigiren, legt man eine einzelne Alhidade genau über die, zu diesem Zwecke bis an den festen Rahmen c d c c verlängerte Nordlinie; bestimmt dann, ohne das Instrument in Unordnung zu bringen, mittelst der gedachten Alhidade und des Fernrohres, zwei in einer möglichst weit von der Boussole entferntliegenden Vertikalebene befindliche Punkte, mißt dann rechtwinklich zur Nordlinie die horizontale Entfernung dieser beiden Punkte von einander und vergleicht sie mit der Entfernung der Alhidade von der Sehare des Fernrohres.

z Arretirung zum Fixiren des Boussolengehäuses und des dasselbe umgebenden Kreises beim Transporte des Apparates von einer Station zur andern, welcher letztere ungemein erleichtert wird, wenn man die Boussole stark neigt und das Fernrohr nach oben hält, so daß der getheilte Kreis desselben auf dem Kasten des Instrumentes liegt.

z'z' Arretirung zum Fixiren des Fernrohres, sobald man das Instrument in den Kasten legt.

Verfahren beim Gebrauche des Instruments.

Der Beobachter stellt sich so, daß er die Alhidade der Boussole zu seiner Rechten hat, nimmt das Grubenlicht in die Linke, legt den rechten Daumen bei P gegen das feste Lineal R und gegen das bewegliche Lineal N, um die Beweglichkeit des letztern zu vermindern und der vom Daumen ausgeübte Druck veranlaßt eine Drehung des Apparates auf seiner Axe, während der in den getheilten Halbkreis eingeführte rechte Zeigefinger die Alhidade spielen läßt.

(Aus den Annales des Travaux publics de Belgique, Tome IV).

Beschreibung

der in der Maschinenbauanstalt von J. J. Meyer zu Mühlhausen im Elsaß nach dem amerikanischen System erbaueten Locomotiven,

von

Herrn Ingenieur **Le Chatelier** zu Paris.

(Nebst den Figg. 1 bis 5 auf den Taf. 18 und 19.)

Diese Maschinen werden hauptsächlich dadurch charakterisirt, daß die vier Laufräder mit einem kleinen Wagengestell verbunden sind, welches sich um einen Nagel dreht, so daß solche Locomotiven besser auf Bahnen mit Krümmungen von geringem Halbmesser fahren können. Ueberhaupt sind die Vortheile der amerikanischen oder Norris'schen Maschinen auf den deutschen Bahnen sehr wohl erkannt. Hr. Meyer hat manche Verbesserungen an diesen Maschinen angebracht, die größtentheils schon an denen vorhanden sind, die in den Jahren 1844 und 1845 für die österreichische Nordbahn in Mühlhausen, acht an der Zahl, ausgeführt wurden. Hr. Meyer stellte seine Locomotiven der Gesellschaft zur Beförderung der National-Industrie zu Paris zur Concurrenz bei einer Preisaufgabe und Hr. Lechateller wurde von dieser höchst achtbaren und berühmten Gesellschaft, die sich um die Gewerbe Frankreichs so unendliche Verdienste erworben hat, beauftragt, sie zu beschreiben und zu beurtheilen.

Die für die Nordbahn ausgeführten Maschinen sind auf derselben seit 4 Jahren im Betriebe und haben sich besonders durch ihren geringen Brennmaterialien-Verbrauch gegen andere gute Locomotiven, sowie durch mehre sinnreiche Einrichtungen und endlich durch eine vollendete Ausführung aller Theile und des Ganzen ausgezeichnet.

1. Der Kessel. — Der innere Feuerkasten oder Heerd, A, Fig. 1—3, hat eine cylindrische Form und nur die hintere oder Röhrenwand ist eine ebene Fläche. Er besteht aus Kupferblech und ist von dem äußern Feuerkasten oder Mantel nur durch wenige Stehbolzen getrennt. Die Röhren a, a, bestehen aus 2 Millimet. starkem Messingblech; ihr äußerer Durchmesser beträgt 52 Millimeter, ihre Länge 3,792 Meter und ihre Anzahl 115. Man hat sie sehr absichtlich möglichst von einander entfernt gehalten oder weit auseinander gelegt, um die Circulation des Wassers zu erleichtern und die Ueberhitzung der Theile, welche einer hohen Temparatur ausgesetzt worden sind, zu verhindern. Die Röhren sind mit den beiden Röhrenplatten im Feuer- und Rauchkasten nicht durch Ringe verbunden. Das Ende jeder Röhre auf der letztern Seite ist umgeschlagen, ein Dorn hineingetrieben und durch Hämmern verdichtet. Das andere Ende, auf der Seite des Feuerkastens besteht aus Kupfer, ist 0,10 Met. lang und 4 Millimet. stark und man hat auch einen Dorn hineingetrieben und es nach außen umgeschlagen. Bei Holzfeuerung ist diese Verbindung sehr zweckmäßig und daher auf mehr Bahnen im Gebrauch und es ist sehr wahrscheinlich, daß dies auch der Fall bei Locomotiven sein würde, die mit guten Koaks gefeuert werden. Es müßten zu dem Ende die Röhren recht lang sein und die Platte in der Mitte, welche sie trägt, müßte eine solche Einrichtung haben, daß sich die Röhren etwas krümmen könnten, welche Krümmung sich durch die Ausdehnung vermehren würde, ohne einen bedeutenden Zug auf die beiden Röhrenplatten auszuüben.

Der äußere Feuerkasten C und der cylindrische Körper des Kessels B, bestehen aus Eisenblech; sie bilden zwei Cylinder von gleichem Durchmesser, die sich durchschneiden. Der senkrechte Cylinder hat eine kugelförmige Haube E, welche als Dampfbehälter dient. Die Form dieser verschiedenen Theile des Kessels macht eine Verankerung desselben mittelst Stangen, Bolzen und sonstigen Armaturen entbehrlich und gestattet, dem Dampfbehälter einen sehr großen Raum zu geben, ohne die Hinterräder zu sehr zu belasten. Alle cylindrischen Theile des Kessels sind mit einem hölzernen Mantel umgeben; der untere Theil des horizontalen Cylinders ist auf ein Drittel seiner Peripherie mit einem Mantel von dünnerm Blech versehen, die Kuppel dagegen mit einem von polirtem Messingblech. Eins von den Ventilen Q mit Hebel, ist dem Locomotivführer zugänglich, das andere J ist mit einer Feder belastet und in der Nähe der Esse angebracht. Das Manometer R ist mit Kolben und Feder versehen. Außer den gewöhnlichen Hähnen, ist der Kessel mit einem Trichter mit Ventil G versehen, durch welchen er gefüllt wird, wenn er wegen Reparatur oder Reinigung entleert worden war.

Der Rauchkasten H besteht aus einem blechernen Cylinder und bildet eine Verlängerung des Kessels; er ist unmittelbar über den Röhren durch den Scheider b, ebenfalls von Blech, verschlossen, wodurch das Luftquantum zwischen Esse und Röhren sehr vortheilhaft vermindert wird. Dieser Scheider, der mittelst Schraubenbolzen an ein Karnies befestigt worden ist, kann leicht weggenommen werden, wenn man die gabelförmige Röhre zur Vertheilung des Dampfes in die Cylinder untersuchen will. Die Esse beginnt einige Centimeter unter dem Scheider und ist mit demselben durch

einen Kranz verbunden. Diese Einrichtung hat den dreifachen Vortheil, die Länge der Esse zu vermehren, die des Blaserohrs, durch welches der benutzte Dampf entweicht, zu vermindern und besonders da, das Luftquantum zu vermindern, welches der Dampfstrom ausdehnen muß, um den Zug durch die Röhren und durch das Brennmaterial hervorzubringen. Auf den östreichschen Staatsbahnen ist diese Einrichtung an allen Maschinen angebracht.

Die Esse ist nach den Grundsätzen des Ingenieur Klein eingerichtet. Es hat diese Einrichtung den Zweck die kleinen Holzkohlen und die Funken zurück zu halten, welche stets durch die Röhren mit fortgerissen werden. Die Esse besteht aus zwei concentrischen Röhren, wie man aus Fig. 2 sehr deutlich sieht. Die in den konischen Oberflächen angebrachten gekrümmten Scheider veranlassen eine verzögerte und drehende Bewegung der Funken, sie fallen in dem Raume zwischen innerer und äußerer Esse nieder, aus welchem sie von Zeit zu Zeit herausgenommen werden. Dampf und Gase folgen den Krümmungen der hinlänglich weiten Oeffnungen. Der Apparat erfüllt seinen Zweck vollkommen. Unten ist die Esse weiter, um das Einströmen des Dampfes zu erleichtern.

2. Trieb-Organe. — Der Regulator K besteht aus einem gußeisernen Kasten, auf dessen obern Theile ein ebenfalls gußeiserner Schieber e gleitet; der Kasten ist mit der Röhre c verbunden, mittelst welcher der Dampf aufgefangen wird. Die Einströmungsöffnungen bestehen aus vier kreisrunden Löchern d, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Admission leichter zu steigern und zu vermindern. Der Schiebersitz besteht aus vier ringförmigen Erhöhungen, die um jede Oeffnung gegossen sind. Die Bewegung wird mittelst der Hebel f und g, unter Stangen h und i mitgetheilt.

Die Cylinder M liegen horizontal und ihre Schieberkasten L liegen darüber in einer ebenfalls horizontalen Richtung.

Die Vertheilung erfolgt mittelst des Systems variabler Expansion, die Hrn. Meyer eigenthümlich, und die seit dem Jahre 1846 angewendet wird. Der Hauptschieber wird mittelst der Stephenson'schen Coulisse, die hier möglichst vereinfacht ist, geführt. Sie dient nur die Gangveränderungen zu bewirken und den Schieber während des Stehens der Maschine auf den todten Punkt zu bringen. Der Expansionsschieber wird durch ein drittes Excentricum für jeden Cylinder geführt. Der Apparat zur Veränderung der Expansion besteht nicht aus einer Schraube, wie bei den ersten Maschinen von Meyer, sondern aus einer Zahnstange in Verbindung mit einem Hebel, wie derjenige, welcher zur Veränderung des Ganges dient. Es ist diese Vorrichtung eben so einfach als rasch wirksam.

Die Erklärung der Buchstaben auf den Figuren am Ende dieses Aufsatzes weist die verschiedenen Theile der Dampfvertheilung nach.

Die Cylinder, welche die amerikanischen Constructeure stets in einer geneigten Stellung anbrachten, sind von Meyer in eine horizontale Lage zurückgeführt, indem dieser geschickte Maschinenbauer gefunden hatte, daß bei einer raschen Bewegung der Locomotive geneigte Cylinder ein Schwanken veranlassen, welches er als höchst nachtheilig hinwegzuschaffen gesucht hat. Zu gleicher Zeit hat er die Länge der Triebkurbelstangen und das Gewicht erhöht, womit die Vorderräder belastet sind. Er schreibt mit Recht der Gesammtheit dieser Vorrichtungen einen wesentlichen Einfluß auf die Stabilität der Maschinen zu, welches die Erfahrung auch vollkommen bewiesen hat.

Das sogenannte Blaserohr N, durch welches der benutzte Dampf entweicht, ist mit Ventilen versehen, welche die obere Oeffnung verändern können. Meyer hat die Vorrichtung angebracht, die zuerst auf den Elsasser Eisenbahnen benutzt wurde, indem man sich bemühte, die Ventile möglichst zu verlängern, um die Dampfströme mehr in die Richtung der Essenachse zu bringen. Dieses Blaserohr enthält noch eine Vorrichtung, die Meyer seit 1843 benutzt; es ist durch einen Scheider, welcher der ganzen Länge nach bis zu der Oeffnung herrscht, in zwei Theile getheilt. Indem nun der Dampf aus einem Cylinder entweicht, kann er nicht auf den Kolben des andern Cylinders wirken. Jede Röhrenhälfte ist größer als die gewöhnlichen Röhren. Es wäre zu wünschen, daß besondere Versuche den Einfluß dieser Vorrichtung genau nachweisen könnten, indem der daraus hervorgehende Nutzen nicht gering zu sein scheint.

Die Kolben, sowohl die Platten als auch die Segmente, bestehen aus Bronce; die Kolbenstangen U bestehen aus Gußstahl; der Kopf oder die sogenannte Muschel V besteht aus Gußeisen.

Die Coulissen, in denen sich die Muschel oder der Leitblock bewegt, besteht aus Schmiedeeisen und ist verstahlt, da wo der Leitblock darauf einwirkt. Einerseits sind sie an dem Cylinderdeckel Y und andererseits an ein besonderes Support Z befestigt, und der mit dem Rahm und mit dem Kessel verbunden ist.

Die Triebkurbelstangen O sind einfach und mittelst eines Bolzens mit dem Kopf der Triebkolbenstange verbunden. Meyer hat diese Form der einer gegabelten Kurbelstange vorgezogen, die sich nur schwierig adjustiren läßt und die durch Abnutzung in den verschiedenen Lagen der verschiedenen Maschinentheile, die auf ihr Spiel einwirken, leicht leiten können. Unser Maschinenbauer hat die besondere Einrichtung seiner Maschinen dazu benutzt, um sowohl die Kurbelstangen als auch die Excentrikstangen, recht lang zu machen.

Die Speisepumpen G' haben dieselbe Einrichtung wie bei Stephenson; sie sind an den Schutzblättern befestigt. Das von dem Tender durch die Röhre n' herbeigeführte Wasser wird mittelst der Röhre v' in den Kessel gedrückt, indem es durch die Ventilbüchsen g' geht. Die Bewegung wird von der mittlern Welle o' des Expansionsschiebers, mittelst eines Armes r', der eine Coulisse bildet, entnommen. Die Kurbelstange H' der Druckpumpe ist gabelförmig und ihr Ende ist mit einer Pfanne F' verbunden, welche in die Coulissen eingelassen ist. Mittelst einer Suspensions-Kurbelstange t', eines Schiebers y', welcher durch ein Support a'', welches an dem Langbaum befestigt worden ist, getragen wird; ferner mittelst eines Hebels z', den der Locomotivführer zur Hand hat, kann derselbe den Lauf der Pumpen verändern, indem er den Hebel auf einem getheilten Sector p einklinkt.

Das Ganze dieser Einrichtung hat den Zweck, die Länge der Kurbelstangen zu erhöhen, und eine regelmäßige und ununterbrochene Speisung bei geringstem Kraftverbrauch zu bewirken.

Die Kugelgelenke l' unterscheiden sich von denen, welche man jetzt ganz allgemein anwendet, durchaus nicht.

Eine Handpumpe K' dient dazu, die Maschine auf den Stationen zu speisen, ohne daß man nöthig hätte, sie auf eine der Zweigbahnen hin und hergehen zu lassen, welches immer Nachtheile hat.

3. Rahmen und Supports der Maschine. — Die Langbäume T sind zu beiden Seiten der Maschine einfach; sie bestehen aus einem gewalzten Eisenstabe von 0,15 Meter Höhe und 0,05 Meter Stärke. Sie sind vorn durch einen gußeisernen Querbalken T' verbunden, der mit den Bufferbüchsen Q' aus einem Stück gegossen worden ist. An der hintern Seite sind die Langbäume ebenfalls durch einen gußeisernen Querbalken R' verbunden; derselbe ist mit der Büchse S' in eins gegossen, welche die Spann- oder Verbindungsstange und die Verbindungsbolzen aufnimmt, und über welcher der Boden angebracht ist, auf denen der Locomotivführer steht. Die Langbäume tragen den Feuerkasten H mittelst der gußeisernen Stücke V', zwischen denen er so eingelassen ist, daß sich der Kessel gehörig ausdehnen kann. Dagegen sind die Langbäume auf eine unveränderliche Weise mit den Cylindern und mit den verschiedenen Theilen des Rauchkastens verbunden. Diese Einrichtung, die Hr. Meyer schon früher bei andern Maschinen angewendet hatte, ist sehr nützlich, da es den durchaus nothwendigen Spielraum gestattet, den die sehr merkliche Ausdehnung zwischen dem Körper des Kessels und den äußern Theilen veranlaßt.

Die Supports des Kessels bestehen aus Blechtafeln Z' und V', welche den cylindrischen Körper auf einem großen Theil seiner Peripherie umfassen, so daß sie ihn unterstützen und seine Form erhalten. Zwei andere Blechtafeln

X' und Y' halten die Langbäume und die Cylinder von einander entfernt. Der Vorderwagen, welcher dieser Locomotive den eigenthümlichen Character gewährt, ist in Fig. 5 speciell dargestellt; er besteht aus einem besondern Rahm, der sich um einen Nagel N bewegt, welcher Nagel auf den Langbäumen T, unter dem Kessel und dem Rauchkasten durch zwei Bügel O' befestigt ist. Der Vorderwagen trägt das Gewicht von dem vordern Theil der Maschine auf der Mitte der Rahmstücke Z', mittelst eines gehärteten, abgeschlichteten und polirten Klotzes von Stahl f''. Aufhalter beschränken die Abweichungen des Vorderwagens nach der correspondirenden Größe des geringsten Halbmessers der Curven, welche die Maschine durchlaufen soll. Die Rahmstücke Z' bestehen jedes aus zwei Tafeln Blech, welche so ausgeschnitten sind, daß sie die Schutzbleche von zwei Paar Rädern bilden; sie ruhen zu beiden Seiten mittelst eines Zapfens b'' auf der einzigen Feder q'', deren Enden auf der Schmierbüchse ruhen.

Die Federn des Vorderwagens sind grade; die p'' der Triebräder kreisbogenförmig gekrümmt; sie sind unter der Schmierbüchse F' mittelst eines Zapfens n' aufgehängt, und tragen die Belastung ihrer Enden mittelst Bügel, deren Stangen mit Schraubengewinden o'' versehen sind.

Die Schutzplatten E' der Triebräder bestehen aus Gußeisen, wie dies bei den Maschinen von Norris der Fall ist, sowie auch die Coulissen der Schmierbüchsen aus Gußeisen bestehen. Sie dienen als Stützpunkte für die Federn und für die Pumpen, und sind an die Langbäume T angeschraubt.

Die Coulissen der Schmierbüchsen an dem Vorderwagen bestehen ebenfalls aus Gußeisen und sind zwischen den Blechplatten Z' festgeschraubt.

Die Triebräder und die Vorderräder unterscheiden sich gar nicht von den gewöhnlichen, die Stephenson bei seinen Maschinen benutzt.

Im Winter werden diese Maschinen mit einer Bürste L' zum Reinigen der Schienen versehen, die unmittelbar vor den Triebrädern angebracht ist. Der Apparat besteht aus einer Welle M', die in den Supports c' ruht, welche letztere auch für eine andere Welle dienen. Diese Welle ist an jedem Ende mit einer biegsamen Stahlplatte b'' versehen, an deren Enden die Bürsten c'' angebracht sind. Der Locomotivführer vermehrt oder vermindert die Wirkung dieses Apparates ganz nach Belieben, mittelst eines Systems von Hebeln, die aus den Stücken t'' und z'' bestehen. Das durch die Vorderräder zertrümmerte Glatteis wird nur durch diesen Apparat entfernt.

Bei den amerikanischen Maschinen sind im Allgemeinen die Vorräder nicht gehörig belastet; Hr. Meyer hat aber diesen Nachtheil dadurch zu verbessern gesucht, daß er das Gewicht und die Vertheilung der Stücke so combinirt,

daß der Schwerpunkt in gleichen Abständen zwischen die Triebräder und den Mittelpunkt des Vorderwagens fällt.

4. Haupt-Dimensionen.

Kessel.	Länge	4,270	Meter
	Innerer Durchmesser	1,150	
	Anzahl der Röhren	115	
	Aeußerer Durchmesser derselben	0,052	
	Länge derselben	3,792	
Ofen.	Durchmesser des innern Feuerkastens	1,150	
	Höhe desselben	1,175	
	Durchmesser des äußern Feuerkastens	1,170	
	Ganze Höhe	2,820	
	Entfernung des Rostes von den untern Röhren	0,550	
	Heizoberfläche des Ofens	5,518	□Meter
	Heizoberfläche der Röhren	71,701	desgl.
	Kolbenlauf	0,632	Meter
	Kolbendurchmesser	0,450	
	Länge der Admissionsöffnungen	0,252	
	Breite derselben	0,064	
	Lauf des Vertheilungsschiebers	0,105	
	Länge der Triebkurbelstange	2,800	
	Größter Lauf der Druckpumpen	0,300	
	Durchmesser	0,200	
	Höhe der Esse	0,200	
	Durchmesser derselben	0,400	
	Durchmesser der Triebräder	1,264	
	Durchmesser der Vorderräder	0,760	
	Entfernung derselben von einander	0,850	
	Gewicht der Maschine	20,568	Kil.

Es haben diese Maschinen während ihrer dreijährigen Anwendung, wie aus den Betriebsregistern der österreichischen Nordbahn hervorgeht, sehr gute Resultate gegeben. Besonders hervorgehoben muß werden, daß alle Theile, ohne die geringste Reparatur, eine lange Dauer hatten und daß der Brennmaterial-Verbrauch, gegen den anderer Maschinen von sehr guten Constructuren, die auf derselben Bahn im Betriebe waren, eine sehr bedeutende war

Erklärung der Figuren auf den Tafeln 18 u. 19.

Fig. 1. Aufriß und äußere Ansicht der Locomotive.

Fig. 2. Senkrechter Längendurchschnitt derselben.

Fig. 3. Grundriß und horizontaler Durchschnitt derselben.

Fig. 4. System der veränderlichen Expansion.

Fig. 5. Seitenaufriß und Durchschnitt des beweglichen Vorderwagens.

Die Buchstaben bezeichnen auf allen Figuren gleiche Gegenstände.

A, Innere Feuerkasten.
B, Kessel.
C, äußerer Feuerkasten.

E, Kuppel, welche den Feuerkasten bedeckt.
F, Sicherheitsventil am vordern Theil des Kessels.
G, Trichter mit Ventil zum Füllen des Kessels.
H, Rauchkasten.
I, Esse.
K, Regulator.
LL, Dampfbüchsen.
MM, horizontale Cylinder.
N, Blaserohr.
O, Triebkurbelstange.
P, Aschenkasten, der vorn mit einer Klappe verschlossen ist.
Q, Sicherheitsventil auf der Kuppel E.
R, Manometer.
L, Support für die mittlere Welle.
TT, Langbäume.
U, Kolbenstangen.
V, Köpfe derselben.
XX, Leitblöcke derselben.
Y, Cylinderdeckel.
Z, Supports für den Kessel.
A', Triebräder.
BB', vier kleine Laufräder.
C', Triebradachse.
DD', Laufradachsen.
E', Schutzplatten für die Triebräder.
F', Schmierbüchse.
G', Speisepumpe.
H', Kurbelstange derselben.
I'', Kugelgelenke.
I', Steinschaufel.
K', Handspeisepumpe.
L', Schienenbürste.
M', Achse, um welche sich diese Bürste bewegt.
N', Wendenagel des Vorderwagens
O', Bügel des Vorderwagens.
P', vorderer Querbalken.
Q', Bufferbüchse.
R', hinterer Querbalken.
S', Büchse für den Spannnagel.
T', gußeiserne mit Rädern versehene Stücke, welche die Langbäume T' mit dem Feuerkasten verbinden.
U', platte gußeiserne Stücke.
V', Blech, welches den Kessel umfaßt.
X' und Y, Stehbolzen, welche die Langbäume mit den Cylindern verbinden.
Z', Langbäume des Vorderwagens.
aaa, messingene Rauchröhren.
b, blecherner Scheider für den Rauchkasten.
c, Röhre zum Auffangen des Dampfes.
d, runde Löcher des Regulators.
e, gußeiserner Schieber auf den vorhergehenden Löchern.

ff, Hebel zur Bewegung des Regulators.

g, Griff an den Stangen h i.

k, Excentricum, welches die Bewegung der Expansionsschieber regulirt.

lm, Excentricum des großen Schiebers.

n, Hebel, welcher auf die Stange q wirkt.

o, Hebel, zur Veränderung des Ganges.

p, getheilter Kreis, um den Grad der Expansion anzugeben.

q, Stange.

r, Zahnrad auf der Achse s, welche durch die Rauchbüchse geht, um die Bewegung den beiden mit Schraubengewinden versehenen Stangen des Expansionsschiebers mitzutheilen. Es geschieht dies mittelst eines Rades t, mit schiefen Zähnen t', welches in ein anderes Rad x an den Stangen y greift.

z, Zahnstange von gehärtetem Stahl, welche das Rad r dreht.

a', Stange der Bewegungsveränderung.

b', Welle der Veränderung.

c', Supports welche an den Langbäumen T festgesetzt sind.

d', Suspensionskurbelstange.

f', Couliſſe.

g', Arm der Veränderungsachse.

h', Excentrikenstange.

i', Hülse, welche durch den obern Theil geht und die Kurbelstange e' aufgehängt hält.

k', kleine mittlere Welle.

l', Kurbelstange des großen Schiebers.

m', Stange von Stahl.

n', Kurbelstange, um die Bewegung der mittleren Welle o' dem Expansionsschieber mitzutheilen.

p', Kurbelstange der Expansionsschieber.

q', kleine Schmierbüchsen.

r', Arm der Welle b', welcher eine Couliſſe bildet.

s', sich drehende Pfanne.

t', Suspensionskurbelstange.

u', Speiseröhre für das ankommende Wasser.

v', Röhre, welche das Wasser zum Kessel führt.

w', Ventilbüchse.

x', graduirter Kreis.

y', Haltpunkt der Suspensionskurbelstange.

z', Hebel, um den Lauf der Pumpen zu verändern.

a'', Support für y'.

b'', biegsame Stahlplatte für die Schienbürste.

c'', Besen zum Reinigen der Schienen.

d'', Hebel, welcher auf die Achse M' wirkt.

e'', Hülfszapfen.

f'', Stücke, die an den Langwagen befestigt sind.

g'', Führer für die Suspensionskurbelstange.

h'', Zapfen der Schmierbüchse.

i'', Mit Schraubengewinden versehene Schieberstangen.

k'', broncene Schraubenmuttern.

l'', Oeffnung.

m'', Schieber.

o'', Bügel mit Stangen, die mit Schraubengewinden versehen ist.

p'', Federn der Triebräder.

q'', Feder der Laufräder.

r'', Kreuz des Vorderwagens.

s'', Griff, durch welchen die Klappe der Dampfröhre N bewegt wird.

(Bulletin de la Société d'Encouragement, Juni 1849.)

Röhrenverbindung von William Newton von Chancerylane in Middlesex.

(Nebst Fig. 6—10 auf Taf. 19.)

Für alle jene Fälle, wo zwei Stücke mittelst Flanschen und durchgezogener Schraubenbolzen mit einander zu verbinden sind, wie bei Röhren, Gebläsedeckeln, Dampfcylindern &c. schlägt Newton die durch die beigefügten Figuren verdeutlichte Verbindungsmethode vor.

Fig. 6 ist eine äußere Ansicht; Fig. 7 ein Grundriß und Fig. 8 ein Verticaldurchschnitt eines mittelst des verbesserten Binderinges abgedichteten Wechsels zweier Röhren. Eine ähnliche Verbindung wäre in Anwendung zu bringen beim Aufdichten des Deckels auf ein viereckiges Gefäß. Fig. 9 und 10 stellen eine andere Modification jener Erfindung, zur Vereinigung kleinerer Röhren angewendet, vor.

Das Eigenthümliche der neuen Verbindungsmethode besteht darin, daß über die Flanschen der beiden mit einander zu verbindenden Stücke ausgerinnte Ringstücke, nach Art von Zwingen geschoben werden, welche auswendig abgerundet sind. Legt man nun um diese einen im Querschnitt halbmondförmigen und aus zwei Hälften bestehenden Ring und zieht, die Muttern der die beiden Hälften zusammen haltenden Schraubenbolzen an, so wirken die äußern Ringe wie Keile und die Flanschen werden gegen einander gepreßt.

In Figur 6, 7 und 8 bezeichnet aa die mit den Flanschen b ausgerüsteten Röhren; c die Packung, welche, wenn die Kränze abgedreht werden, auch wegbleiben könnte. Ueber die Wechselfuge beider Röhren kann inwendig eine Röhre d geschoben werden, welche als Führung beim Zusammenstoßen beider Röhren a dient; doch ist auch d entbehrlich. Ueber beide Röhrenenden werden nach der Form der Flanschen ausgerinnte Ringstücke e geschoben, die außen abgerundet sind und von dem zweitheiligen Ringe f umfaßt werden, welcher auf die oben angegebene Weise durch die Schrauben g an den Ohren h zusammengezogen wird und so die Futterringe e und dadurch die Röhrenenden zusammendrückt. Die Vortheile dieser Verbindungsmethode

sind: gleichförmiger Druck auf alle Theile der Flanschen und demzufolge guten Schluß und außerdem leichte Lösbarkeit.

Statt den Druck durch Schraubenbolzen zu erzeugen, kenn man auch einen inwendig conisch ausgedrehten Ring i, Fig. 9 und 10, über die conisch abgedrehten Ringhälften ff schieben und entweder außerdem noch Futterringe ee anwenden oder nicht, in welchem letztern, weniger empfehlenswerthen Falle die Preßringstücken f unmittelbar auf die Flanschen wirken würden. Wenn es für nöthig befunden wird, kann zwischen die Ringe und die Flanschen eine Packung gelegt werden, doch dürfte dies selten nöthig sein.

(The Civil. Eng. and Arch. Journ. 1849. April.)

Luftheizungsapparat von Spiller und Taylor in London.

(Nebst Fig. 11 Taf. 9.)

Bei jeder Luftheizung kommt es hauptsächlich darauf an, die verlangte Temperatur zu erzeugen, ohne die Beschaffenheit der Luft zu verschlechtern. Dies erreichen Spiller und Taylor dadurch, daß sie die vom Ofen erzeugte Hitze über eine beträchtliche Fläche sich vertheilen lassen. Fig. 11. ist ein Vertikaldurchschnitt durch die Axe des im Gebrauche dargestellten Ofens. Das Brennmaterial, Koaks, wird durch die Kopfthür A aufgegeben, dagegen das Feuer zum Anzünden durch B eingebracht wird. Das durch A aufgegebene Brennmaterial fällt zunächst in die innere centrale Röhre, welche einen für lange Zeit ausreichenden Vorrath aufzunehmen im Stande ist. Nach und nach sinkt immer wieder bei fortschreitender Verbrennung neues Material in den Verbrennungsraum über dem Roste R. Pfeile deuten die Richtung des Zuges an. Die Feuerluft steigt rings um den Füllcylinder auf, geht von da durch einen horizontalen Canal C und durch einen rectangulären Kasten d in eine verticale Röhrenreihe aus Eisenblech, für welche der Kasten D ebenso einen gemeinschaftlichen Kopf, wie der Kasten G einen gemeinschaftlichen Fuß bildet. D sowohl, als G, stehen mit dem verticalen Abzugsrohre E in Verbindung. Ist jedoch der Apparat im Gebrauche, wie in der Figur angenommen ist, so wird die Comunikation der Kammer D mit dem Rauchrohre E durch ein Drosselventil und der dritte Weg aus D nach E dem Rauche nur beim Anfeuern gestattet, um dieses zu erleichtern. Ist das Feuer in Gang, so wird die Rauchklappe H geschlossen und der Rauch schlägt den oben angegebenen Weg ein. Eine kleine Messingplatte F dient zur Regulirung des Luftzutrittes unter den Rost und somit der Verbrennung. An dem ganzen Ofen ist kein einziger Bolzen zur Verbindung der einzelnen Theile nöthig; an allen Verbindungsstellen wird der rauchdichte Abschluß durch Rinnen mit Sand hergestellt, so daß sich alle Theile ohne Gefahr eines Risses nach Willkür ausdehnen und zusammenziehen können. Obendrein wird es dadurch möglich, jederzeit irgend welchen Theil des Ofens ohne Mühe abnehmen zu können.

Eine Ofenfüllung soll für 12 — 16 Stunden ausreichen. Der Ofen kann entweder in der Ecke eines Raumes, außerhalb oder unter der Flur des zu heizenden Hauses aufgestellt werden. Im ersten Falle ist er in einem Mantel aus Ziegelmauerung einzuhüllen, und darin nur eine Oeffnung auszusparen, welche Zugang zur Heiz- und Aufgabethür gestattet. Die kalte Luft wird dann aus den Gebäude durch eine nahe am Fuße der Mauer angebrachten Oeffnung entnommen und die erwärmte Luft durch eine höher gelegene Oeffnung dafür eingeführt.

Der beschriebene Apparat ist namentlich für Gebäude bestimmt, bei deren Anlage keine Vorkehrungen für Heizröhren getroffen worden sind und bei denen eine Dampf- oder Warmwasserheizung nicht anwendbar ist. Dagegen hat der Apparat den Mangel, daß er nicht mit Steinkohle geheizt werden kann, da er ein keinen Rauch gebendes Brennmaterial unbedingt erfordert.

(The Practical Mechanic's Journal 1849 Febr.)

Ueber die Locomotiven

aus den Werkstätten von Sharp, Brothers und Comp. in Manchester, und von Adams und Comp. in Bow

von

W. Franke in Magdeburg.

Die vielfachen Bemühungen und Bestrebungen practischer Männer, eine wohl überall als sehr nothwendig anerkannte Verminderung der Betriebs- und anderer Kosten auf den Eisenbahnen zu erzielen, sind in neuerer Zeit in England mit sehr schönen, auch in Deutschland vielfache Anwendung findenden Erfolgen gekrönt.

Es sind namentlich zwei bekannte Fabriken in England, die von Scharp, Brothers und Comp. in Manchester und die von Adams und Comp. in Bow bei London, die ihr Augenmerk dahin richten, die auf den Bahnen sich fortwährend in Bewegung befindliche „todte Last" (Locomotive, Tender, Wagen), welche ganz außer Verhältniß groß ist im Vergleich zur „zahlenden Last" (Personen und Güter), wesentlich zu vermindern.

Die Scharp'sche neue Locomotive (Tank-Engine) führt ihren Wasser- und Kokesbedarf, sehr zweckmäßig und compendiös vertheilt, in eigenen Behältern mit sich, bedarf also keines Tenders. Da wo dieselbe in England in Gebrauch ist, hat sie sich vollkommen gut und tüchtig bewährt und den ungetheilten Beifall aller Sachverständigen erworben. Die Maschine hat außenliegende Cylinder; am Ende der etwas verlängerten Fußplatte befindet sich der aus Eisenblech gefertigte Kokeskasten, unter diesem, sowie am andern Theile der Maschine, sind die Wasserreservoirs plazirt. Die Gewichtsvertheilung dieser Mehrbelastung ist ebenso zweckmäßig als sorgsam geschehen, so daß die Seitenschwankungen der gewöhnlichen Locomotiven fast gar nicht bemerkbar sind. Eine sehr wirksame Bremsvorrichtung an den Triebrädern ersetzt die an dem Tender fehlende. Der Kokesverbrauch ist natürlich geringer als bei gewöhnlichen Maschinen, ebenso ist die todte Last durch Wegfall des Gewichts des Tenders sehr vermindert.

Der Verf. glaubt, daß die erzielten günstigen Resultate die Aufmerksamkeit deutscher Eisenbahnverwaltungen in hohem Grade verdienen, um so mehr, als der Preis nur **100** bis **110** Pf. St. den einer in den sonstigen Dimensionen gleichen Locomotive, die mit Tender versehen sein muß, übersteigt. Es muß hierbei erwähnt werden, daß in Folge der billigen Preise der Rohmaterialien auch die Preise der englischen Locomotiven sehr bedeutend, um circa **20** Procent, ermäßigt sind.

Der Adams'sche Patent-Dampfwagen (Railway-Steam-Carriage) trägt der Bedingung: „mit möglichst geringen Mitteln und möglichst geringem Aufwande an todter Last die größtmöglichste Anzahl von Personen und Gütern (zahlende Last) bei einer gewissen Schnelligkeit zu transportiren" in hohem Grade Rechnung. Diese Bedingung ist bei der Fortbewegung mittelst Dampf zu Wasser schon lange wohl verstanden und wohl ausgebeutet; W. B. Adams erreicht jetzt Aehnliches durch seinen Dampfwagen bei Fortbewegung mittelst Dampf zu Lande. Die Grundidee der ganzen Construction ist eine ebenso glückliche, als viel versprechende, namentlich für diejenigen Eisenbahnen, die oft auf geringe Personenfrequenz hingewiesen sind.

Der Adams'sche Dampfwagen (sechsrädrig) enthält Dampfmaschine, Kokes- und Wasserbehälter nebst Raum für **62** Personen aller drei Wagenklassen. Die Triebräder haben 4' 6", die übrigen 3' Durchmesser. Der Cylinder hat 8" Durchmesser mit **12"** Hub. Die geringe, nur **9"** betragende Entfernung des Gestelles von den Schienen giebt große Stetigkeit und verhindert alle Oscillation. Curven sind leicht zu passiren, da die Mittelräder **3"** nach beiden Seiten hin Spielraum haben können. Die Mittelpunkte der Vorder- und Hinterräder sind **29'** auseinander; an Kokes werden circa **40**, höchstens **48** Pfd. pro deutsche Meile verbraucht und das Gewicht des mit Wasser, Kokes und Passagieren beladenen Wagens ist circa **12** Tons, während die zu einem Transport von **60** Menschen nothwendigen gewöhnlichen Locomotiven, Tender und Personenwagen mindestens **40** Tons wiegen und **130—150** Pfd. und mehr Kokes pro deutsche Meile consumiren.

Der Adams'sche Dampfwagen bedarf natürlich keines besondern Schaffners, da die Bremsvorrichtung sich an der Maschine selbst befindet und die sonstigen Obliegenheiten desselben leicht vom Heizer versehen werden können.

Eine große Sicherheit ist dem Dampfwagen nicht abzusprechen, da er seines leichten Gewichtes halber ebenso schnell anzuhalten ist, als er schnell in geschwinde Bewegung zu bringen ist. Außer den **60** bis **62** Passagieren kann noch ein gewöhnlicher Wagen für eben so viele Personen angehängt, oder es können circa **30** derselben auf das Dach des Wagens, natürlich nur im Sommer, placirt werden.

Die Vortheile, die der Dampfwagen bietet, lassen sich wie folgt resumiren:

1. Bedeutende Verminderung der „todten Last" im Vergleich zur „zahlenden Last."
2. Große Ersparung an Brennmaterial.
3. Verminderung der Ausgaben für Bahnunterhaltung.
4. Verminderung des Anlagecapitals, sowohl an Kosten für die Fahrzeuge als für den Oberbau.
5. Vermehrte Sicherheit beim schnellen Anhalten im Fall eines Unglücks.
6. Die Fahrgeschwindigkeit kann, namentlich bei Extrazügen, sehr erhöht werden, ohne die Schienen oder überhaupt den Oberbau anzugreifen.
7. Kleinere (Zweig-) Bahnen können bedeutend billiger gebaut werden, sich also viel leichter rentiren.

Der Preis des Adams'schen Dampfwagens ist **1890** Pf. St. an irgend einem Quai im Londoner Hafen gelegt.

(Eisenbahnzeitung. 1849. Nr. 12.)

Das Dampfmaschinensystem von G. A. Franke.

Das vortheilhafteste Dampfmaschinensystem ist nach Franke dasjenige, bei welchem man für Hochdruckmaschinen ohne Condensation die Expansion des Dampfes so weit treibt, bis die Spannung desselben dem Atmosphärendrucke das Gleichgewicht hält. Gegen variable Expansion hofft Franke mit seinem Systeme bis 30% an Brennstoff zu ersparen.

(Austria. 1849. Nr. 15.)

Maschinen für den Straßen-, Wasser- und Brückenbau,

das gewerbliche, Fabriks-, landwirthschaftliche und Militair-, dann das Berg- und Hüttenbauwesen;

mit Tabellen der in den europäischen Handelsorten und Staaten gebräuchlichen Maaße; dann mit specieller Angabe aller altbayerischen und der rheinpfälzischen metrischen. Zur Ausführung, für den Unterricht und zum Selbststudium. In detaillirten Zeichnungen und Beschreibungen mit Erfahrungs-Resultaten und Berechnungen, deren Kosten-Voranschlägen,

bearbeitet von

Sebastian Haindl,

Prof. d. Maschinenkunde u. d. Maschinenzeichnens an d. k. polytechn. Schule, Docent an d. k. Akademie d. bildenden Künste zu München rc., ordentl. u. Ehrenmitgl. mehr. Gesellschaften z. Förderung d. Kunst u. Industrie.

Erste Abtheilung: Die Wasser-Förderungs-Maschinen. 1. Lieferung $8^1/_2$ Bogen gr. 4. Text und 6 Platten.

München, 1849. In Commission bei L. Henzel. 2 Fl. 18 Kr. Rhein. — $1^1/_2$ Thlr. Cour.

Das vorliegende Werk des als Maschinist und Maschinenzeichner rühmlichst bekannten Prof. Haindl ist eine Fortsetzung der Maschinenkunde und der Maschinenzeichnung, die 1843 in gleichem Format, mit 45 Bogen Text und mit 52 Tafeln erschien und überall so gut aufgenommen worden, daß es im nächsten Jahre in einer neuen Auflage erscheinen wird. Jedoch bildet dieses Werk auch etwas Selbstständiges. Die erste Abtheilung oder der erste Band handelt von den Wasserförderungs-Maschinen und es wird derselbe aus 3 Lieferungen bestehen. Der zweite Band wird das Einrammen der Pfähle mit dem Abschneiden derselben rc., ein dritter Band die Transportmaschinen, als Haspel, Winden, Krahne, Fuhrwerke rc., ein vierter Flußreinigungs-Maschinen behandeln, bis das ganze Gebiet erschöpft ist. — Das vorliegende Heft enthält zuvörderst sehr werthvolle Tabellen der in den europäischen Handelsorten und Staaten gebräuchlichen Maaße und Gewichte; dann eine spezielle Aufführung der altbayerischen und pfälzischen Maaße und Gewichte; das letztere ist das französische metrische, welches hier sehr deutlich und klar auseinander gesetzt worden ist. Dieser Abschnitt des Heftes umfaßt 4 Bogen.

Nach einleitenden Bemerkungen über Wasserförderungs-Maschinen wird nun zuerst von dem Schöpfen aus freier Hand, dann von dem mit der Schwungsschaufel, mit dem Hebel- und Wipptrog, mit dem Schaufelgerinne, mit Balanciers-Riemen, mit der Wasserschnake, mit der Wasserschraube und mit dem Schaufelwerk geredet. Die übrigen Wasserförderungs-Maschinen, als Paternosterwerke, Kastenkünste, Seilmaschinen, Schöpf- und Wurfräder und Pumpen, bleiben den übrigen beiden Heften vorbehalten. — Bei jeder dieser verschiedenen Maschinen wird zuerst eine allgemeine Erklärung gegeben, dann wird von den Dimensionen und der Construction derselben geredet und zuletzt werden die bekannten Erfahrungsresultate mitgetheilt. Treffliche Abbildungen, die sehr gut als Baurisse dienen können, erläutern den Text. — Jeden ausübenden Techniker ist das Werk auf das Beste zu empfehlen, da es die Gegenstände aus dem rein praktischen Gesichtspunkte betrachtet. — Sobald eins der folgenden Hefte erschienen ist, werden wir es sofort anzeigen.

Dampfmaschine mit zwei Cylindern und Balancier,

construirt von

dem Maschinenbauer **Farcot** zu Saint Ouen bei Paris.

Diese Maschine mit einer Leistung von 30 Pferdekräften und nach dem Woolf'schen System eingerichtet, setzt in La Villette die Pumpen in Bewegung, welche das aus den Senkgruben von Paris durch Absetzen geklärte Wasser bis nach Bondy schaffen müssen.

Obgleich diese Dampfmaschine keine bedeutende Kraft hat, so ist sie doch zur Erreichung des obigen Zweckes vollkommen ausreichend; sie zeichnet sich durch mehre sinnreiche Einrichtungen aus, ist sehr gut ausgeführt und verbraucht verhältnißmäßig nur wenig Brennmaterial. Aus diesem Grunde hat die Societé d'Encouragement dem Erbauer auch im April 1849 einen Preis auf Verbesserung der Dampfmaschinen zuerkannt.

I. Die Maschine zeigt die nachstehenden Eigenthümlichkeiten: 1. Die beiden Cylinder sind von einander getrennt und wirken an einem und demselben Ende des Balanciers. Sie sind mit Mänteln umgeben, in welchen Dampf circulirt und diese Dampfmäntel haben nochmals gußeiserne Mäntel, zwischen denen und den ersten Mänteln eine dicke Schicht von Holzkohlen-Pulver angebracht ist. — 2. Die Cylinderböden sind nur von Dampf umgeben, nicht von dem Kohlenpulver; die Deckel sind ebenfalls doppelt und es enthalten die Zwischenräume nicht allein Dampf von der Temperatur im Kessel, sondern auch Kohlenpulver. 3. Die Vertheilungs-Schieber und Oeffnungen haben eine solche Einrichtung, daß sie den Dampf, der unter beiden Kolbenflächen gewirkt hat, durch zwei besondere Röhren entweichen lassen. Auf dem Wege vom kleinen zum großen Cylinder gelangt der Dampf in einen eigenthümlichen Apparat, der das Ausströmen vor der Beendigung des Kolbenlaufs unterbricht und den Dampf in freien Räumen zusammenpreßt. — 4. Die Vertheilung in dem großen Cylinder wird durch vier Ventile bewirkt, von denen zwei zum Einströmen und zwei zum Ausströmen des Dampfes dienen. — 5. Der Kessel endlich besteht aus einem weitern und aus vier engern Cylindern (Siederöhren), die seitwärts von dem erstern oder eigentlichen Kessel angebracht und nach einander von den Flammen umspielt werden. Das Speisewasser geht von einer Siederöhre in die andere, in umgekehrter Richtung von der Bewegung der Flamme.

Wir wollen zuvörderst eine Erklärung der Figg. auf den Tafeln 20, 21 und 22 geben:

Fig. 1, Taf. 20, senkrechter Durchschnitt und Aufriß der Maschine.

Fig. 2, Grundriß nach der Linie A, B, Fig. 1.

Taf. 21, Fig. 1, Aufriß der Cylinder und ihrer Distributoren.

Fig. 2. Horizontal-Projection der Steuerung oder Bewegung des Dampfes in beiden Cylindern.

Fig. 3, 4 und 5. Einzelne Theile der Distribution oder Dampfvertheilung, nach einem größern Maaßstabe.

Fig. 6. Aufriß des kleinen Cylinders und Durchschnitt des Apparats zur Zusammenpressung des Dampfes.

Fig. 7. Schiefe Horizontal-Projection der beiden Cylinder und ihrer Dampf-Vertheilungs-Büchsen.

Fig. 8. Senkrechter Durchschnitt und Fig. 9. Grundriß der Dampfvertheilung in dem großen Cylinder.

Gleiche Buchstaben bezeichnen an allen Figuren gleiche Gegenstände.

A, großer Cylinder; B, kleiner Cylinder: sie sind beide mit einem ersten gußeisernen Mantel A' umgeben, der auch die Böden und die Deckel umschließt, und dann noch mit einem zweiten Mantel B', der die Abkühlung durch die äußere Luft verhindert. Der Zwischenraum zwischen dem ersten und dem zweiten Mantel ist mit Holzkohlen-Pulver C' ausgefüllt.

CC, Kolben mit innern Federn. DD, Kolbenstangen, welche durch das Parallelogramm EE gerade geführt werden.

F, Balancier; G, Balancier-Zapfen.

H, Gerüst und Balancier-Zapfenlager.

I, Kurbelstange, welche die Bewegung von dem Balancier auf die Kurbel J und folglich auf die Welle K und das Schwungrad L überträgt.

M, Condensator mit seiner Luftpumpe N, welche die Bewegung durch die Stange O erhält.

P, Speise- und Kaltwasserpumpe, welche durch die mit dem Balancier verbundene Stange Q bewegt wird.

R, Kugelregulator, der auf die Dampfvertheilung des kleinen Cylinders wirkt, um die Expansion des Dampfes mittelst des Hebels S zu verändern. Er erhält zu gleicher Zeit eine wiederkehrend senkrechte und eine rotirende Bewegung; sein fester Punct ist die Decke T.

UU, System von Kegeln, welche in einander treten oder auseinander gehen, je nachdem die Regulator-Kugeln sich von einander trennen oder einander nähern und dem Hebel S eine rotirende Bewegung in der einen oder in der andern Richtung mittheilen.

V, V', Fig. 8. Taf. 21, Ventilbüchsen, welche den

Dampf in den großen Cylinder vertheilen und welche durch die Säulen XX verbunden sind.

YY, mit Armen versehene senkrechte Stangen, wodurch die Ventile gehoben werden.

A'', Rahm, welcher die Bewegung dem Schieber des kleinen Cylinders mittheilt. Dieser Rahm, so wie die Stangen YY werden durch das Excentricum B'' bewegt und zwar mittelst der beiden Vertheilungswellen mit Kurbeln, die durch Lenkstangen mit einander verbunden sind, wie die punktirten Linien in Fig. 1. Taf. 20 und die Fig. 1 und 2. Taf. 21 im Detail zeigen.

C'' C'', Scheiben oder Rollen, welche die Bewegung auf die Welle D' übertragen, die die Welle des Regulators bewegen.

E', Support des Regulators.

F', Röhre, mittelst welcher der Dampf herbeigeführt wird.

G', Reinigungsröhre für die Manteläume, welche das condensirte Wasser zum Kessel führt.

H', Röhre, welche den Dampf aus dem großen Cylinder zu dem Condensator führt.

I', Apparat, den man im Durchschnitt in Fig. 6. Taf. 21 sieht und der den Zweck hat, den Dampf hinter dem Kolben des kleinen Cylinders, am Ende von dessen Lauf, um eine veränderliche Größe zusammen zu pressen; er wird durch die Condensator-Stange bewegt.

a, Schmierhähne der Kolben CC.

b, Kaltwasser-Einspritzhahn, der durch die Kurbel c bewegt wird.

I', Distributionswelle.

K', Excentrik-Lenkstange.

L', Vertheilungsbüchse des kleinen Cylinders.

d, Fig. 5, Schraube ohne Ende, welche mittelst des Rades M', die Bewegung auf die Axe Z' überträgt.

e, Kurbel, welche den Zweck hat; die Dampfvertheilung mit der Hand zu bewirken. Die Stange g der Schraube ohne Ende besteht aus zwei Theilen, die durch eine Büchse mit Frictionsplatten vereinigt worden sind, so daß man die Kurbel e drehen kann, ohne auf den Regulator zu wirken.

M', Rad der Schraube ohne Ende.

N', Steuerungs-Schieber.

O' O', Expansionsschieber (glissières). P' P', Q' Q' Nasen. f, an den Schieber befestigte Federn, welche die Expansionsschieber angedrückt erhalten.

S', doppelter Daumen, dessen Winkelstellung die Dauer des Einströmens von dem Dampfe bestimmt, indem er die frühere oder spätere Schließung der Oeffnungen der vordern Schieberfläche bewirkt. Diese Oeffnungen werden durch die Nasen P' geöffnet, welche gegen die Büchse während des Ganges von dem Steuerungsschieber stoßen und sie werden

nach einer veränderlichen Zeit durch die Nasen Q', welche gegen die doppelten Daumen stoßen, geschlossen.

T', Rahm des Schiebers. U', Stange, welche sie in Bewegung setzt.

V'', Ventil, durch welches die Maschine in und außer Betrieb gesetzt wird, indem es das Einströmen des Dampfes aus dem Mantel in die Büchse verhindert.

Der Apparat I', Fig. 6, erhält die Bewegung in einem veränderlichen Augenblick von der Stange O' des Luftpumpen-Kolbens und comprimirt den Dampf hinter den Kolben des kleinen Cylinders, nach jedem Kolbenzuge.

h, Admissions-Ventile für den Dampf; i, Auslaßventile.

k, Kurbel, welche zur Bewegung des Ventils V'' dient.

In dem horizontalen Durchschnitt der Säulen, Fig. 9, sieht man die Projection der untern Büchse V; die Fig. 7. zeigt die obere Büchse V'. Vergleicht man beide Figuren, so bemerkt man, daß jede Stange YY ein linkes und ein rechtes Ventil, d. h. ein Admissions- und ein Auslassungsventil hebt.

X', Röhre, welche den Dampf aus dem kleinen Cylinder zu den Ventilbüchsen in den linken Abtheilungen führt.

Y', Röhre, welche den Dampf aus dem großen Cylinder in den Condensator führt.

Z', Welle des Rades M', an welcher der doppelte Daumen S' befestigt ist.

Wir wollen nun noch das Hrn. Farcot eigenthümliche System der veränderlichen Expansion, mit Hülfe von Fig. 3, 4 und 5, nach der Beschreibung derselben im Bulletin de la Soc. d'Encouragement, Jahrg. 1846. S. 109 rc., kennen lernen.

Der Rücken des Steuerungsschiebers O' hat 6 länglich viereckige Oeffnungen zum Einströmen des Dampfes, der von der Seite L' her kommt. Den Rücken des Steuerungsschiebers bedecken zwei Expansionsschieber O und P, von denen jeder zwei Oeffnungen hat und gegen erstern durch die Federn f so angedrückt wird, damit er die letztern bei seiner Bewegung mit fortführt. Diesem Fortführen wird aber durch die Nasen P und Q und durch zwei Stifte Grenzen gesetzt, denn jene finden an den beiden Daumen und diese an den Enden der Dampfbüchse ein Hinderniß. In der Stellung, welche die Figur 3. andeutet, steht der Dampfkolben unten und der Dampf strömt durch die untern drei Löcher nach b und von da nach d und unter den Kolben, wogegen der Dampf über dem Kolben auf dem Wege d, a c ausströmt. Nun steigt der Steuerungsschieber empor und nimmt den Expansionsschieber P' mit fort, wogegen der Schieber Q stehen bleibt, weil sein Stift oben an die Wand der Büchse anstößt. Beim weitern Fortrücken des Schiebers trifft die Nase P' an den Daumen S, es bleibt

nun Q zurück und versperrt dadurch die drei untern Dampfwege, so daß nun Expansion des Dampfes eintreten muß. Später nimmt der Steuerungsschieber die umgekehrte Bewegung an, und führt hierbei beide Expansionsschieber mit fort, und wenn der Dampfkolben das Ende seines Weges erreicht hat, gelangt O' O' wieder in die erste Stellung, zugleich sind die obern drei Dampfwege eröffnet und es strömt nun frischer Dampf durch diese und auf dem Wege b, d, über dem Kolben, wogegen der benutzte auf dem Wege d a c abfließt.

Kessel. — Hr. Farcot hat im Januar 1845 ein Erfindungspatent auf eine neue Einrichtung der Speise-Siederöhren bei den Dampfmaschinen erhalten. Diese Siederöhren, die in der Nähe der Kessel angebracht werden, können gewöhnlich nur eine sehr beschränkte Länge haben, da es in der Regel an Platz fehlt.

Hr. Farcot verbessert diesen Nachtheil, indem er seine Siederöhren übereinander legt und sie miteinander verbindet. Die heiße Luft strömt längs dieser Siederöhren; sie entledigt sich aller ihrer Wärme, sobald man nur die Länge oder die Anzahl der Röhren vermehrt. Wendet man mehre Sätze von Siederöhren an, so entweicht die warme Luft unten von demselben und strömt oben in einen neuen Satz ein.

Ein und derselbe Satz von Siederöhren könnte zur Speisung mehrer Kessel benutzt werden, wenn man Register anbrächte, welche die Circulation der heißen Luft gänzlich oder theilweis absperrten. Dadurch wäre eine Reinigung oder Reparatur, ohne Unterbrechung des Betriebes der Kessel möglich.

Taf. 22 stellt den Ofen, den Kessel und die Siederöhren, von verschiedenen Seiten dar.

Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt nach der Axe des Kessels.

Fig. 2. Horizontaler Längendurchschnitt des Kessels über den Siederöhren, nach der Linie A B, Fig. 1.

Fig. 3. Senkrechter Durchschnitt durch die Feuerkanäle mit zweien übereinander liegenden Siederöhren, der zweiten obern und der ersten untern.

Fig. 4. Senkrechter Durchschnitt durch die erste obere und die zweite untere Siederöhre.

Fig. 5. Horizontaler Durchschnitt durch den Aschenfall und den untern Raum für die Siederöhren, nach der Linie CD, Fig. 3.

Fig. 6. Querdurchschnitt des Ofens, des Kessels und der Siederöhren, nach der Linie EF, Fig. 2.

Fig. 7. Vorderer Aufriß des Kesselofens.

Gleiche Buchstaben bezeichnen an allen Figuren gleiche Gegenstände.

Der Ofen A enthält einen Kessel B und vier Siederöhren, deren erste, auf der linken Seite CC, am hintern Ende des Ofens mit einander in Verbindung stehen und

eine schräge Lage von vorn nach hinten zu haben. Die beiden andern Siederöhren DD, neigen sich nach vorn zu gegeneinander, d. h. in entgegengesetzter Richtung von den ersten.

E, Rahmen mit Thür, um zu den Zügen und Siederöhren gelangen zu können.

F, F, Register.

G, Röhren zur Verbindung der ersten obern Siederöhren mit dem Kessel. Fig. 6. erläutert diese Verbindung.

H, Verbindung zwischen der zweiten obern Röhre und der ersten untern Siederöhre. I, Oeffnung, um in die obere Abtheilung der Feuerkanäle mit den Siederöhren zu gelangen.

I, Fig. 4, Speiseröhre, um das Wasser in die letzte Siederöhre (D) gelangen zu lassen.

Statt die Siederöhren so zu vertheilen, wie Fig. 6. zeigt, legt sie Hr. Farcot zuweilen alle vier übereinander, um die Breite des Ofens zu vermindern.

Die obige Beschreibung der Farcot'schen Dampfmaschine ist nebst den Abbildungen aus dem August-Hefte 1849 des Bulletin de la Soc. d'Encour. zu Paris entnommen; aber bereits im Januar-Hefte desselben Jahres ist ein Bericht des Hrn. Ingenieur Le Chatelier zu Paris an die Gesellschaft, über diese Maschine abgedruckt, dem wir, zur Ergänzung des Obigen noch Folgendes entnehmen:

Die Dimensionen der Maschine sind folgende:

Kolbenhub im kleinen Cylinder . .	0,750	Meter
desgl. im großen Cylinder . . .	1,300	"
Lichte Weite des kleinen Cylinders .	0,420	"
desgl. des großen Cylinders . .	0,600	"
Räumlicher Weg des kleinen Kolbens	104	Litres
desgl. des großen Kolbens	367	"
Fassungsraum der Condensatorcisterne	252	"
Hub der Luft- u. Warmwasserpumpe	0,430	Meter
Durchmesser ihres Kolbens . . .	0,450	"
Hub der Speisepumpe.	0,500	"
Durchmesser ihres Kolbens . . .	0,080	"
Aeußerer Durchmesser des Kessels .	1	"
desgl. der Siederöhren	0,4	"
Länge des Kessels und der Siederöhren	6	"
Heizfläche des " " " "	39	Quadratmeter
Roststäche des " " " "	0,84	"
Durchmesser des Schwungrades . .	6,40	Meter
Gewicht " " . .	5000	"

Das Condensationswasser wurde aus einem Canale entnommen, in dessen Niveau der Condensator liegt; die Temperatur betrug 4 Grad. Um die Versuche unter möglichst gleichen Umständen anzustellen, wie die an der rivallisirenden Maschine von Le-Gavrian und Farinaux, benutzte man als Brennmaterial englische, über Calais bezogene Stückkohle.

Bei den nachstehend angeführten Versuchen mit der Farcot'schen Maschine hat der Dampfcompressionsapparat, welcher gerade nicht in Ordnung war und deswegen nicht benutzt wurde, keinen Einfluß auf die Resultate ausgeübt.

Lechateller beobachtete Folgendes:

Durchschnittliche Pressung im Kessel . .	4,5 Atmosph.
Temperatur des Condensationswassers . .	24 Grad
Umdrehungen der Schwungradwelle pro Minute	26,71 „
Nutzeffect der Maschine	30,55 Pferdekr.
pro Pferdekraft und Stunde consumirte Steinkohle	1,20 Kilogr.
pro Pferdekraft und Stunde consumirtes Speisewasser	9,803 „
Wasserconsum pro 1 Kilogr. Steinkohle .	7,425 „
Disponible Arbeit an der Schwungradwelle pro 1 Kilogr. consumirtes Wasser .	27370 Kilogrammeter.

Die abgenommenen Indicatorcurven zeigen, daß die Steuerung gut regulirt ist, bis auf den Umstand, daß der Dampfeintritt in den großen Cylinder etwas zu spät erfolgt. Die Condensation erfolgt nicht so vollständig, als bei der Maschine zu Lille. Auch hat sich ergeben, daß die Dämpfe viel Wasser mechanisch in die Cylinder mit fortreißen. Die Dampfproduction pro Kilogramm Kohle ist höher, die Nutzleistung pro Kilogr. Wasser kleiner, als man erwartete. Farcot hatte, um die Dämpfe vom anhängenden Wasser zu befreien, eine Glocke angebracht, welche jedoch, wie die Experimente darthun, nicht den gewünschten Zweck erreichen ließ.

Uebrigens zeigen die Versuche, daß die Farcot'sche Maschine ebenso Ausgezeichnetes leistet, als die Legavrian'sche Maschine, die ebenfalls anfänglich an großer Nässe der Dämpfe litt.

Als mittlerer nutzbarer Dampfdruck hat sich aus 9 Indicatorcurven, welche an beiden Cylindern zu gleicher Zeit entnommen wurden, ergeben:

im kleinen Cylinder	1,337 Kilogr.	pro Quadratcentimeter.
im großen Cylinder	0,304 „	

Ueber die Anwendung der Abfallwärme bei den Coaksöfen im Salinenwesen.

Von

Dr. A. Hellmann in Gotha.

Hierzu die Figg. 7 bis 12 auf Taf. 23.

Mehrere Jahre hindurch benutzte ich beim Salinenbetriebe die Abfallwärme welche beim Coaksbrennen erzeugt wird, und hatte dabei Gelegenheit sowohl die Kohle von St. Etienne, wie die der Saone kennen zu lernen. Im Allgemeinen muß ich über diese Art der Feuerung bemerken, daß sie richtig gehandhabt einen großen Vortheil in finanzieller Beziehung gewährt. An den meisten Orten stehen die Coaks doppelt so hoch im Preise als die dazu nöthigen Steinkohlen, weil im Durchschnitte 100 Pfd. Kohlen 50—55 Pfd. Coaks geben; gute St. Etienner Kohlen dagegen 60 Pfd., sobald sie von ausgezeichneter Beschaffenheit sind. Wenn nun die Gase, welche die Flamme zusammensetzen soviel leisten als gewöhnliche Steinkohle zu leisten im Stande ist, so ergibt sich hieraus schon der große Vortheil, den die Abfallwärme bei Abdampfapparaten hervorbringt. Nehmen wir an es kosten die zu Coaks tauglichen Kohlen der Ctr. 1 Fr., so kostet der Ctr. Coaks an Ort und Stelle 2 Fr.; weil bei den Coaksöfen, welche auf den Gruben stehen, die Hitze in das Freie geht, mithin der Verlust stets bezahlt werden muß. Stellt man dagegen die Coaksöfen unter eine Siedepfanne und ersetzen dabei 14 Ctr. Kohlen = 1 Klftr. Tannenholz und 16 Ctr. Kohlen = 1 Klftr. Buchenholz, und nehmen die Ofenfüllung 32 Ctr. Kohlen, so erhält man 16 Ctr. Coaks vom doppelten Werthe der Steinkohlen, mithin hätte man das Brennmaterial gerade um Nichts. Da dieses glückliche Verhältniß nicht überall statt findet, so kann man doch mit Sicherheit annehmen, daß an den meisten Orten das Brennmaterial wenigstens nur halb so theuer kommt, als es kostet, wenn man gewöhnliche Steinkohlen auf freiem Roste brennt. Zum Beispiel in hiesiger Gegend

kostet der Ctr. Steinkohle	1 Fr.
der Ctr. Coaks	1.50
	Fr. 0.50

Wenn ich nun 50% Coaks erhalte und mit den andern 50 Pfd. Kohlen, die in Gasen verbrannt wurden, soviel Wasser verdampfe, als mit 50 Pfd. Steinkohlen von Fr. 0.50 Werth, so kosten mir diese in Coaksgütern Fr. 0.25. Es stellt sich also eine Ersparniß von Fr. 0.50 heraus oder grade von 50% in der Ausgabe für Brennmaterial, welches ein Werk im gewöhnlichen Falle nöthig hat. Dabei kommen noch die Ausgaben für Handarbeit in Betracht, welche gewöhnlich 7% betragen, weshalb nur 43% Reinertrag rechnen darf. Schon mehrere Male war von der Abfallwärme beim Coaksbrennen in diesem Jour-

nale die Rede, weshalb ich mir erlaube hierüber Genaueres aus eigner Erfahrung mitzutheilen, wie die Resultate anzuführen, die ich mit diesem Systeme erhielt, welches ich soviel, als es meine Geduld zuließ, auszubilden suchte.

Ehe man Anstalten trifft die Abfallwärme vom Coaksbrennen benutzen zu wollen, sichere man sich einen entsprechenden Coaksabsatz, der bei dem jetzigen Eisenbahnnetze, welches Deutschland bedeckt, wohl nicht schwer zu erhalten ist, dann untersuche man genau die Steinkohlenqualität welche in der Gegend gangbar ist, damit es nicht ergeht wie dem Compagnon des H. v. Seckendorff, welcher auf der Saline in Dieuze die Coaksöfen einführen wollte, und dazu die gewöhnlichen Kohlen von Saarbrücken — Gersweiler — Louisenthaler — zu versuchen gedachte. Der Erfolg war, daß keine Coaks erzeugt wurden, und H. v. Seckendorff mit seinem Systeme in Mißcredit gerieth; hätte er sich die Mühe genommen Kohle von Duttweiler anzuwenden, würden seine Versuche bei sonstiger richtiger Leitung nicht fehlgeschlagen sein.

Da die Hitze der Coaksöfen nicht so jäh und energisch ist, als die der auf dem Roste brennenden Steinkohlen, so ist ein Durchbrennen der Pfanne nicht so leicht geschehen, wie bei jenem, worin für Salinen ein Vortheil liegt. In den Annales des mines sind in den frühern Jahrgängen Coaköfen gezeichnet, die kein Gewölbe haben, und wie es dort heißt zum Verkoaken schlechter Steinkohle genommen werden. Wenn die Oefen Hitze genug besitzen um die Steinkohlen auch von oben aus zu vercoaken, so wäre dieses Verfahren vortheilhafter als jedes andere, indem das Gewölbe sehr viel Hitze absorbirt, die theilweise verloren geht, wenigstens für die Pfanne nicht fühlbar wird, theilweise zur Entzündung der Gase dient, welche die Steinkohlen entwickeln. Die Oefen, wie ich sie anwende, sind dergestalt gebaut, daß über die Sohle derselben durch seitliche Kanäle Luft dringen kann; diese Luftlöcher werden während des Betriebes je nach dem Gange des Ofens geöffnet oder geschlossen. Die Sohle ist aus guten feuerfesten Backsteinen gemacht, welche auf einer Schicht Asche oder auf einem Gewölbe ruht, das die Wärmeleitung nach unten verhindern soll. Die Seitenwände wie das Gewölbe bestehen ebenfalls aus feuerfesten Backsteinen, die sehr dicht aufeinander gelegt sein müssen, um das Durchdringen der Luft zu vermeiden. Eine Hauptforderung ist zum Gelingen des Coaksprocesses, daß die Ofenwandungen die Wärme halten, um deren immer genug zu besitzen den nachfolgenden Coaksproceß einzuleiten. Damit diese beim Füllen des Ofens nicht verloren geht, so ist an der Fuchsöffnung ein Schieber angebracht, welcher während des Ausziehens der Coaks und des Füllens mit Steinkohlen geschlossen werden muß. Die Arbeiter, denen die Hitze dabei sehr ins Gesicht prellt, öffnen ihn heimlicher Weise, was aber immer streng zu

bestrafen ist, weil sehr viel Hitze aus dem Ofen entweicht, und das nachherige Anzünden der Kohlen erschwert, oder der Punkt, bei welchem das meiste Leuchtgas erzeugt wird, nicht mehr vorhanden und immer mit Verlust an Brennmaterial wieder hervorgebracht werden. Sollen neugebaute Oefen in Betrieb genommen, so müssen diese vorher gut ausgewärmt und dann ausgeheizt werden, bis sie in allen ihren Theilen roth glühen. Dies zu erreichen wird das Feuer wie das in einem Coakofen geführt, nemlich weit vorne gehalten, damit die Flamme die Sohle wie die Wandungen gleichmäßig beschlägt. Man nimmt hierzu Reisig oder feingespaltenes Holz; hat der Ofen Rothglühhitze erreicht, so zieht man alle Aschentheile aus, und kehrt die Ofensohle mit einem Beesen vollkommen sauber. Die erste Ofenfüllung gibt man schwach, nur wenige Centner auf Ein Mal, damit man sicher ist daß der Ofen die Hitze hat sie ganz in Coaks zu verwandeln; sieht man daß einige Stellen nicht ausgebrannt sind, und noch Leuchtgas entwickeln, so erhält der Ofen nur mit Mühe die Hitze um bei nachherigen Füllungen diese Stellen zu entgasen, weshalb man besonders darauf zu sehen hat, daß sie gleichmäßig heiß sind, die Steinkohlenfüllung überall aufs Vollkommendste entgast ist, ehe man die Coaks auszieht. Alle den Coaksofenbetrieb angehenden Arbeiten müssen daher mit einer gewissen Schnelligkeit und Thätigkeit ausgeführt werden, deren die Arbeiter sich befleißigen werden, wenn man ihnen Antheil an dem Gewinn gibt, was überhaupt bei jedem Geschäfte das in der Ehrlichkeit der Arbeiter beruht, zu empfehlen wäre. Die ausgezogenen Coaks werden in einen eisernen Karrn geworfen und auf die Seite gefördert; sie mit Wasser abzulöschen ist nicht bei allen Coaksqualitäten zu empfehlen, indem einige so weich sind, und daher leicht verbrennlich, daß sie das Wasser zersetzen, daher Verlust stattfindet; andere dagegen verlieren ihren Metallglanz, weshalb man es öfters unterläßt. Sind die ausgeförderten Coaks in großen Stücken, die durch Spalten zerklüftet sind, so muß man diese auseinander schlagen, weil durch diese Spalten Luft streicht und sich dort eine Aschenschicht bildet, die dem Coaks nicht nur an Aussehen, sondern auch an Gewicht schadet. Liegen die Coaks längere Zeit an feuchter Luft, so nehmen sie an 6% Feuchtigkeit auf, gewinnen daher an Gewicht. Sobald der Verbrennungsraum hohe Temperatur hat, so schadet dieser Feuchtigkeitsgrad nicht, sondern hilft zur Erzeugung von Kohlenwasserstoffgas. Bei Schmelzprocessen liebt man dieses jedoch nicht, indem es meistens in die Zusammensetzung der Lichtflamme eingeht, und zur Schmelzung selbst nichts beiträgt, wohl aber Kohlenstoff bindet.

Der Coaksofenbetrieb zerfällt in 3 Abtheilungen, nemlich in das Füllen des Ofens, die Führung des Feuers, und das Ausziehen der Coaks. Ist schon ein geregelter

Betrieb eingeleitet, so hat man gewöhnlich für die verschiedenen Arbeiten besondere Leute, nämlich, besondere zum Kohlenführen, Andere zum Einfüllen, und wieder Andere zum Ausziehen der Coaks. Bevor der Ofen ausgezogen werden darf, müssen die zur nächsten Füllung nöthigen Kohlen bereit liegen; je nach ihrer Zusammensetzung physischer Beschaffenheit werden sie angefeuchtet oder nicht, jedenfalls sind sie im zerkleinerten Zustande anzuwenden. Bei einem 8' langen und 3' breiten Ofen beträgt die Ofenfüllung gewöhnlich 20—24 Ctr. Steinkohlen, die in 48 Stunden ausbrennen; bei starkem Zuge oft schon in 36 Stunden, worauf genau Acht gegeben werden muß. Ferner kehre man ehe gefüllt wird die Ofensohle so sauber als möglich aus, damit die Kohlen unmittelbar auf die heißen Backsteine zu liegen kommen. Der Arbeiter bedecke nun zuerst den Heerdstein, weil dieser am meisten mit der äußeren Luft in Berührung ist, daher am leichtesten abkühlt; von diesem aus geht die Füllung gleichförmig weiter. Zwei Arbeiter werfen das bestimmte Kohlenquantum ein, jedoch vorne an der Thüre immer höher, als an dem hintern Theile des Ofens, weil durch die Spalten der Thüre Luft eindringt, welche, wenn sie in das Innere des Ofens gelangen, eine größere Consumtion an Kohlen herbeiführen würden. Ist das Quantum Kohlen eingeworfen, so ebnet sie der Arbeiter gut aus, damit er nach den Seiten hin gleich hoch gefüllt ist. Um nun das Entzünden rasch zu erhalten, macht man gewöhnlich besonders bei Abdampfapparaten ein sogenanntes Vorfeuer, das aus Steinkohlensteinen besteht, die übereinander gelegt werden; man füllt so das ganze Schürloch bis oben an und setzt die Thüren noch nicht luftdicht vor, sondern legt sie nur an, damit dieses Feuer in vollem Brande ist, wenn man die Füllung des Ofens, die von dem Hitzgrade des Abdampfapparates, wie von den Verhältnissen möglichst viel Coaks auszubringen, abhängt. Die Hitze in der abzudampfenden Flüssigkeit steigt gewöhnlich nach 3—4 Stunden des Anzündens, geht dabei der Ofen weiß, d. h. wird viel Leuchtgas entwickelt, so kann man alle Luftkanäle schließen, wonach man öfters beobachten muß, ob der Ofen gleiche Temperatur behält oder nicht; sinkt er in der Hitze, so muß man die seitlichen Luftkanäle öffnen, und wenn dieses Mittel nicht ausreicht, auch die Thüren nicht dicht verschließen, wonach der Ofen viele Kohlen consumirt, aber alles Ausbrennen des Coaks bedingt ist; der Ofen würde ersterben wenn man ihnen nicht durch Luftzugehen aufhelfen wollte. Man beobachtete nun immer gleichzeitig die Temperatur der Flüssigkeit, wie den Gang des Ofens. Der Ofen ist in wenigen Stunden ausgebrannt, wenn er nur in der Mitte der Kohlen noch etwas flammt; treten Kohlenoxydflämmchen auf deßen Oberfläche auf, so ist die Vercoakung zu Ende und die Steinkohlen entgast. Man schreite gleich zum Ausziehen der Coaks,

oder wenn man daran gehindert wird so verschließe man luftdicht alle Zugänge, um möglichen Coaksverlust zu vermeiden.

Das Ausziehen geschieht nun mittelst eines Hakens, den man in die Spalten der einzelnen Coaksstücke einfallen läßt, er selbst aber ruht der leichteren Handhabung halber auf einer Stange, die quer über die Schürthür geht. Um sich das Losreißen der Coaks möglichst zu erleichtern hebt man mit einem Brecheisen die in den Schürthüren liegenden Coaks vom Heerdstein los, und entfernt die Stücke mit der Schaufel. Sodann nimmt man zuerst die an den Seiten stehenden Coaks, welche immer fester eingestemmt sind, als die in der Mitte, beim Ausziehen desselben fallen die in der Mitte befindlichen von selbst um und können so leicht ausgebracht werden.

Für die Waare ist es empfehlend wenn sie in großen Stücken von schönem Glanze ausgebracht, in den Handel kommt. Der Arbeiter muß deshalb Acht haben die Steine nicht zu zerschlagen, sondern den Haken gerade in die Spalten einfallen zu lassen, die sich die Gase formten, die einzelnen Stücken von einander trennen. Sie stehen wie Basaltsäulen nebeneinander. Man sieht dabei vielleicht im Kleinen was in der Natur früher im Großen statt fand, könnte die Bildung mancher Steine darum erklären. So sieht man auch geschmolzene bleiglänzende Stücke von regelmäßiger rhomboidelischer Absonderungs-Gestalt, sie bilden eine feste Masse, die mit Coaks untermengter Graphit ist. Sind alle Coaks genau ausgezogen worden, der Ofen somit entleert, so wird er von inliegenden Aschenmitteln gereinigt, die seitlichen Zuglöcher geöffnet (es liegt meist Asche in ihnen) gereinigt, und der Ofen sogleich wieder gefüllt.

Hat man eine lange Pfanne, die sehr heiß getrieben werden muß, so lege man 2 Oefen an dem vorderen Theile, und 2 andere an dem hinteren Theile; den Betrieb richte man so ein, daß jene im vollen Brande, wenn diese bald ausgebrannt sind, wo dann die gleichmäßige Temperatur der siedenden Flüssigkeit erhalten wird. Wenn man nicht im Falle ist sich eine Qualität backender Kohle für immer zu sichern, so geschieht daß die Oefen ungleich ausbrennen, wodurch der Siedebetrieb gestört wird; man legt deshalb gern zwischen beide Oefen einen Rost, auf dem man, sobald es Noth thut, Abfälle verbrennt und damit nachhilft. Nothwendig ist ein solcher Rost, wenn man nur 2 Oefen unter Einer Pfanne hat; die Flüssigkeit sinkt dann in der Temperatur während die Entziehung aufhört, weßhalb man wohl thut diese durch das Beifeuer zu erhalten. Wie schon in diesem Blatte bemerkt wurde, ist die Abfallswärme der Coaksöfen bei den Betrieb von Dampfkesseln in Anwendung genommen; in Paris habe ich sie zum Kalk- und Gypsbrennen benutzt gesehen; ich selbst habe sie mehrere Jahre hindurch betrieben, und mich überzeugt, daß an

verschiedenen Orten das Gewinnen nicht immer gleich, und hauptsächlich von der Qualität Steinkohlen abhängt, wie von dem Preise, welchen die Coaks haben; immer aber ist der Vortheil, daß sie die Ausgabe für Brennmaterial verringert, wenn auch das Verdampfungsvermögen eines Centners Steinkohlen dadurch nicht vergrößert wird.

Will man Kohlen untersuchen, ob sie zu diesem Betriebe tauglich sind oder nicht, so pulvere man sie auf's Feinste und unterwerfe sie in einem Gußtiegel der Glühhitze, wobei, wenn sie backend sind, wie sie sein müssen, in eine feste Masse zusammenschmelzen, die jedoch Blasen zeigt. Man hat sehr verschiedene Arten Coaks, deren Brennwerth ebenso verschieden ist, wie sie selbst; es gibt dieselben Stufen-Uebergänge der einen in die andere, wie bei den verschiedenen Steinkohlen. Die Kohlen von St. Etienne sind im Allgemeinen besser zum Coaksen, als die von Saarbrücken, welche auf ein und derselben Grube oft sehr von einander abweichen. So sind die von Duttweiler Backkohlen, und es werden dort viele Coaks gebrannt, dagegen werden auch Kohlen aus derselben Grube verkauft, die durchaus nicht backen, sondern beim Brennen lauter kleine eigroße Stücken geben, welche nur für kleinere Schmelzprocesse wie für die Bierbrauer nützlich sind.

Um die Verbrennung der Gase möglichst vollständig zu bewirken, hat man verschieden Abänderungen versucht sie aus dem Ofen zu leiten; am besten geschieht dies meiner Erfahrung gemäß in kleinen 4" breiten Kanälen, welche die Gase vollkommen ausfüllen und erst am Ende derselben brennen können. Macht man die Fuchsöffnung zu groß, so brennen die Gase schon unterhalb des Ofengewölbes, leisten mithin nicht den Effect, welchen sie unter der freien Pfanne leisten würden. Payen hat eine besondere Verbrennungskammer construirt, in der alle Gase zusammengeleitet werden und von der Seite Luft einströmt. Die Gase gehen durch 2" breite Kanäle, welche von aufstehenden Backsteinen gebildet sind, in den Heerdraum. Die Gewölbe, welche die Einrichtung decken, schützen die Pfanne

vor dem Aufbrennen des Pfannensteins, der sich während 14 Tage in ganz dünnen Schaalen anlegt, die leicht entfernt werden können. Die Haltbarkeit der Pfanne ist durch sie gesichert. Eine ausgemachte Thatsache ist es aber, daß auf einer solchen Pfannenfläche immer weniger Salz fabricirt wird als bei einer, die von der Flamme selbst die Hitze direct empfängt, und sich in der Flüssigkeit vom Feuerboden aus vertheilt. Das Salz brennt oder legt sich fest auf den Boden, wobei der Durchgang der Wärme gehindert zu sein scheint. Ich möchte daher zu den Versuchen auffordern die Coaksöfen ohne Gewölbe zu bauen, so daß der Pfannenboden selbst die Decke des Ofens bildet und die Hitze direct empfängt. Die Pfanne müßte auch denn noch die Hitze behalten, wenn die Steinkohlen entgaset sind, in den die strahlende Wärme des inneliegenden Coaks die Wärmeeintheilung in der Flüssigkeit noch hervorbringen würde und daher noch Salz einlegen.

Erklärung der Fig. 7—12. Taf. XXIII.

Coaksofen zu Salzbronn.

Fig. 7. Grundriß der Oefen mit Verbrennungsraum.
„ 8. Längendurchschnitt.
„ 9. Querdurchschnitt der 3 Oefen.
„ 10. Durchschnitt der Verbrennungsraums.
„ 11. Vordere Ansicht.

Coaksofen zu Schweizerhall.

Fig. 12. Grundriß.
f. Fuchsöffnung.
l. Luftkanal.

Quadratfläche der Pfanne 880□'.

Ofen gefüllt. Datum.	Ofen gefüllt. Stunde.	Ofen gezogen. Datum.	Ofen gezogen. Stunde.	Eingefüllte Steinkohlen.	Ofen ging Stunden.	Ausgebrachte große Coaksstücke.	Procente.	Holz zum Stören verwendet.	Pfanne gefüllt. Datum.	Pfanne gefüllt. Stunde.	Störzeit.	Soole war vorhanden.	Soole eingelassen.	Soole nach dem Stören 26%.	Soole mit den Sogger-Rest.	In Summe versoggt.	Cb.' Wasser verdampft.	Gemachtes Salz.	Grad der Soole.	Temperatur während des Soggens n. R. Morgen.	Mittag.	Abend.	Mittern.
1	Ab. 8	3	7 M.	24,00	35	13,10	55	1 Klftr.	1	Mittg. 11	10	9½"	20¼"	19¼"	6¼"	13"	953⅓ Cb.'	173,42	25°	„	„	„	64
1	Ab. 8	3	7 M.	24,00	35	13,10	55										55			64°	62°	60°	57°
3	M. 7	5	7 M.	24,00	48	12,90	54										1008⅓			55°	54°	57°	57°
3	M. 7	5	7 M.	24,00	48	13,90	54													59°	58°	55°	53°
5	M. 7	7	M. 9	20,00	50	10,80	54													53°	55°	58°	58°
5	M. 7	7	M. 9	20,00	50	10,71	54													58°	55°	54°	52°
7	Nchm. 4	9	M. 6	24,00	38	13,40	56	1 Klftr.	7	Mg. 9	16	6¼"	20"	19¼"	6"	13¼"	971⅔ Cb.'	176,72	25°	„	„	„	„
7	Nchm. 4	9	M. 6	24,00	38	13,40	56										55			60°	60°	59°	57°
9	M. 6	11	M. 6	24,00	48	12,90	54										1026⅔			56°	56°	59°	59°
9	M. 6	11	M. 6	24,00	48	12,90	54													59°	57°	55°	55°
11	M. 6	13	M. 6	24,00	48	12,92	54													55°	55°	55°	55°
11	M. 6	13	M. 6	24,00	48	12,92	54													60°	59°	56°	55°
13	Ab. 6	15	11 M.	24,00	53	12,30	51	1 Klftr.	13	Mg. 9	12	6"	20"	19"	5¾"	13¼"	971⅔ Cb.'	176,72	25	„	„	„	64°
13	Ab. 6	15	11 M.	24,00	53	12,30	51										73⅓			64°	63°	62°	60°
15	11 M.	17	4 M.	24,00	41	13,00	55										1045			59°	56°	58°	61°
15	11 M.	17	4 M.	24,00	41	13,00	55													61°	60°	59°	56°
17	4 M.	18	4 Ab.	24,00	36	13,40	56													53°	58°	59°	60°
17	4 M.	18	4 Ab.	24,00	36	13,40	56													59°	55°	„	„
19	9 M.	21	9 M.	26,00	48	14,00	54	1 Klftr.	18	Nchm. 4	14	5¾"	20	18½"	5½	13"	953⅓ Cb.'	173,72	23°	„	„	„	„
19	9 M.	21	9 M.	26,00	48	14,00	54										110			„	67°	64°	64°
21	9 M.	22	9 M.	22,00	36	12,00	55										1063⅓			62°	61°	59°	57°
21	9 M.	22	9 Ab.	22,00	36	12,00	55													56°	55°	55°	55°
22	9 Ab.	24	9 M.	20,00	48	10,20	51													56°	55°	57°	57°
22	9 Ab.	24	9 M.	20,00	48	10,20	51													57°	57°	56°	55°
25	5 M.	26	8 Ab.	24,00	38	13,40	57	1 Klftr.	24	Mg. 8	20'	5½"	20"	18¾"	4½"	14¼"	1045 Cb.'	190,09	24°	60°	61°	61°	59°
25	5 M.	26	8 Ab.	24,00	38	13,40	57										91⅔			56°	54°	57°	57°
26	8 Ab.	28	4 Nchm.	22,00	44	11,20	51										1136⅔			57°	60°	58°	56°
26	8 Ab.	28	4 Nchm.	22,00	44	11,20	51		Die	Kohlen	im	mer	sehr	naß	ange	wendet.				54°	54°	55°	57°
28	4 Nchm.	30	M. 8	22,00	40	12,00	55													57°	55°	53°	57°
28	4 Nchm.	30	M. 8	22,00	40	12,00	55																
				696,00		375,94		5 Klftr.										890,44	Ct.	Salz.			

Von den Wasserrädern mit ventilirten Schaufeln oder Zellen.

Von

William Fairbairn.

(Vorgelesen in dem Institut der Civil-Ingenieure Englands und auszugsweise mitgetheilt in dem Augustheft 1849 von dem Civil Engeneer and Architects Journal.)

Nebst den Fig. 1 bis 5., Taf. 23.

Lange Zeit hindurch geschah gar nichts für die Verbesserung der Construction der Wasserräder und erst dann, als dabei Eisen statt Holz genommen wurde, konnten wesentliche Veränderungen und Verbesserungen, namentlich in der Form und Anordnung der Schaufeln vorgenommen werden; die ganze Maschine erhielt durch diese Substitution des Holzes durch Metalle ein leichteres Ansehn. Statt der unter einem scharfen Winkel vereinigten beiden Bretter bog man das die Zellen bildende Blech nach einer Curve.

Oberschlägige und mittelschlägige Räder, von letztern besonders die mit einem Kropfgerinne, sind ohnstreitig die zweckmäßigsten von allen senkrechten Wasserrädern. Bei hohen Gefällen verdienen jene den Vorzug, bei mittlern aber jedenfalls diese, indem dabei der Raddurchmesser stets bedeutender sein kann als das Gefälle. Besonders widersteht ein hohes mittelschlägiges Rad dem Widerwasser immer noch am besten, weil sich das Rad mit dem abfließenden Wasser bewegt, weshalb auch die rückenschlägigen Räder den Vorzug vor den gewöhnlichen oberschlägigen haben.

Bei Zellenrädern ist die in den Zellen eingeschlossene Luft stets ein Hinderniß, weshalb man sie nie zu eng, oder den Schutz schmäler als das Rad machen, oder dieses besonders ventiliren, d. h. Luftlöcher im Radboden anbringen muß.

Bei hohen oberschlägigen Rädern ist das beste Verhältniß der Oeffnungsoberfläche der Zellen zu deren räumlichen Inhalt, das von 5 zu 24, d. h. von 5 Quadratfuß zu 24 Kubikfuß. Bei brustschlägigen oder mittelschlägigen Rädern, welche das Wasser 10 bis 12° über dem horizontalen Mittelpunkt aufnehmen, muß das Verhältniß etwa das von 8 zu 24 oder von 1 zu 3 sein, wie Fig. 5. zeigt. Bei diesen Verhältnissen beträgt die Tiefe der Zelle etwa das dreifache von der Weite der Oeffnung. Wir verstehen unter ersterer die Linie AB, Fig. 1., die 5 Zoll lang ist unter letzterer aber die Breite des Radkranzes, welche hier 15″ beträgt.

Bei niedrigern Gefällen, oder bei solchen Rädern, die wir im Allgemeinen unterschlägige nennen, d. h. solche, welche das Wasser unter einer Linie aufnehmen, die durch den Mittelpunkt des Rades geht, wird eine größere Oeffnung der Schaufeln nothwendig, da sie eine größere Menge von Wasser aufnehmen müssen, wie Fig. 5. zeigt.

Es ist bei dem Bau der Wasserräder ein sehr wesentliches Erforderniß, zur Erreichung der größten Wirkung, daß die Oeffnung der Schaufeln weit genug ist, um einen leichten Eintritt und Austritt des Wassers zu gestatten; denn es ist ganz offenbar nachtheilig, wenn Wasser in den Schaufeln zurückbleibt, sobald das Rad über den senkrechten Mittelpunkt hinausgeführt worden ist.

Der berühmte englische Physiker Robison bemerkt in seiner Mechanical Philosophy, vol. II. p. 599., über diesen Gestand folgendes: „Bei oberschlägigen Rädern findet noch ein anderes und sehr bedeutendes Hinderniß gegen die Bewegung statt. Wenn es sich im Widerwasser bewegt, so leistet dies nicht allein einen Widerstand, wenn es eine langsamere Bewegung als das Wasser hat, wie es sehr häufig der Fall ist; sondern es geht auch ein bedeutender Theil von dem Wasser mit den aufwärts steigenden Zellen in die Höhe. Bei gewissem Stande des Widerwassers, füllt sich die niedergehende Zelle vollständig mit Wasser aus, und in andern Fällen enthalten sie eine bedeutende Menge Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit, und in einigen seltenen Fällen weniger Wasser mit verdichteter Luft. Im erstern Falle muß die aufsteigende Zelle so lange Wasser enthalten, bis es auszulaufen im Stande ist. Im zweiten Falle dagegen läuft ein Theil des Wassers vorher aus, allein die Luft verdünnt sich, und daher wird ein anderer Theil des Wassers durch sogenanntes Saugen mit in die Höhe genommen. In dem letzten Falle ist die aufgehende Seite des Rades nicht so belastet, allein, und dies ist eben so nachtheilig, die niedergehende Seite des Rades wird zur Verdichtung angewendet; und obgleich diese Luft das Aufsteigen des Rades erleichtert, so erschwert doch die Form der Schaufeln, da sie der senkrechten, durch die Axe gehende Linie näher steht, den Niedergang des Rades.“

Dies waren die Schwierigkeiten, womit die Radbaumeister zur Zeit des Dr. Robison zu kämpfen hatten, und das Mittel, welches sie damals anwendeten und welches noch bis jetzt angewendet wird, besieht darin, Oeffnungen in dem Boden des Rades anzubringen. Dies war das einzige Mittel, um die Luft aus den Zellen der oberschlä-

gigen Räder zu entfernen, um den Ein- und Ausfluß des Wassers zu erleichtern. Bei den unterschlägigen Rädern, bei denen die Schaufeln parallel mit den Halbmessern des Rades stehen, wurden ebenfalls Löcher in dem Boden angebracht, um die Schaufeln von der verdichteten Luft zu befreien. Die verbesserte Einrichtung der jetzigen Zeit ist ganz verschieden davon, indem die Schaufeln eine solche Einrichtung haben, daß die Luft zu derselben Zeit austritt, zu welcher das Wasser eintritt.

Im Jahre 1825 wurden zu Manchester und zu Deanston in Perthshire von dem verewigten Ingenieur Buchanan 2 eiserne Wasserräder, jedes von 120 Pferdekräften erbauet, die noch jetzt im Betriebe, und selbst jetzt noch als Muster anzusehen sind.

Die bei diesen Rädern angewendeten Verbesserungen bestanden im Wesentlichen darin, daß die Verdichtung der Luft in den Zellen verhindert wurde.

Bei einem später in England construirten mittelschlägigen Rade bemerkte man, daß, wenn das Rad mit Wasser angefüllt war und im Widerwasser ging, jede Schaufel wie eine Wasserblase wirkte, und das Wasser, welches in die Schaufeln einfiel, 6 bis 8′ in die Höhe warf. Dies wurde als ein großer Mangel angesehen, und man brachte Oeffnungen am Boden an, deren Einrichtung aus a b, Fig. 2. deutlich wird. Die Luft entweicht in diesem Falle durch die Oeffnungen a, durch eine innere Schaufel und durch b, in das Innere des Rades. Dadurch werden die Schaufeln, indem sie sich mit Wasser anfüllen, in der Richtung a b, wie sie die Pfeile angeben, von der Luft entleert, während auch das in die Schaufelung eintretende Widerwasser dadurch entweichen, und auf diese Weise das Rad nicht belasten kann. Durch diese Einrichtung gewann das noch im Betriebe stehende Rad 25 Procent an Kraft.

Durch den guten Erfolg dieser Einrichtung aufgemuntert, wurde im Jahre 1828 in der Nähe von Wilmslow in Cheshire ein mittelschlägiges Rad erbaut, dessen Schaufelung die in Fig. 5. dargestellte Einrichtung hat.

Wasserräder mit geschlossenen Zellen, d. h. solche, die am Boden keine Oeffnung haben, durch welche die Luft entweichen kann, arbeiten stets mit großen Schwierigkeiten, und man findet Räder, deren Schaufeln sich dem Einströmen des Wassers vollständig widersetzen, und denen dadurch die Hälfte ihrer Kraft geraubt wird. Dieser Umstand läßt sich sehr leicht dadurch erklären, wenn die Oberfläche der Schutzöffnung, durch welche das Wasser in die Radzellen strömt, größer als der Querschnitt dieser Radzellen ist; unter diesen Umständen wird die Luft plötzlich verdichtet und wirft durch ihre Elasticität das Wasser aus den Zellen hinaus, so daß dieselben nur zur Hälfte gefüllt bleiben. Das gewöhnliche Verfahren, um diesem Uebelstande abzuhelfen, besteht darin, entweder die Bodenbretter mit

Löchern zu versehen, oder die Zellen an ihrer Oeffnung so weit zu machen, daß sich die Luft in dem Augenblicke entfernen kann, wenn das Wasser einströmt. Obgleich nun alle diese Mittel mehr oder weniger geholfen haben, so läßt sich doch dagegen der bedeutende Einwurf machen, daß durch die Löcher und die weiten Oeffnungen viel Wasser verloren geht, den untern Schaufeln zufällt, und daß dadurch die Räder eine stoßende Bewegung erhalten. Man hat außerdem noch verschiedene andere Mittel zur Begegnung des Nachtheils angewendet, die wir aber gänzlich unberücksichtigt lassen wollen, da sie meistens nur einen geringen, oder gar keinen Erfolg hatten.

Bei den, von dem Verfasser dieser Abhandlung gemachten Verbesserungen, sind diese Einwürfe größtentheils gehoben, indem er ein vollständiges System der Ventilation bei den Rädern angebracht hat. Ehe wir jedoch in die Beschreibung dieses neuen Princips der Ventilation eingehen, ist es nothwendig zu bemerken, daß in einem Klima, wie das mitteleuropäische, in welchem die Atmosphäre 5 bis 7 Monat lang im Jahre mit Feuchtigkeit gesättigt ist, die Flüsse eine sehr ungleiche Wassermenge haben. Einen Theil des Jahres hindurch sind sie geschwollen, und die Räder gehen dann im Widerwasser, während zu andern Zeiten das Wasser kaum hinreicht, um die Maschine in Betrieb zu setzen. Es ist daher einleuchtend, daß hauptsächlich solche Verbesserungen der Räder von Wichtigkeit sind, daß dieselben sowohl bei hohem, als auch bei niedrigem Wasserstande gebraucht werden können, indem dadurch Mühlen und andere Fabriken, die vom Wasser bewegt werden, weit mehr Werth erlangen.

Ventilirte Wasserräder für niedrige Gefälle.

Wir müssen zuvörderst hier bemerken, daß die häufig gebräuchliche Einrichtung der Radarme, wie sie Fig. 3. zeigt, in vieler Beziehung eine sehr mangelhafte ist. Die Arme c c gingen durch den Kranz b b und die Hülfsarme e e gehen unter einem Winkel bei f durch denselben, und werden auf der innern Seite des Kranzes mit Schraubemuttern befestigt. Die Muttern gaben aber häufig nach, und die Radkränze kamen dadurch aus ihrer genauen concentrischen Lage, indem die Spannung der Arme eine ungleiche wurde. Es ist daher weit zweckmäßiger, wie es neuerlich auch häufig geschehen, statt der Schraubenmuttern Splinthe und Gegensplinthe anzuwenden, wodurch die Peripherie der Räder in einer weit genauern concentrischen Lage erhalten werden kann. Man hat daher auch in neuester Zeit nur die letztere Art der Befestigung der Radarme angewendet.

Um ein leichteres Füllen und Entleeren der Zellen zu bewirken, giebt Herr Fairbairn seinen Rädern die in den Figuren 4. und 5. dargestellte Eirichtung. Er bemerkt

dabei auch, daß eigentlich unterschlägige Räder, die nur durch den Stoß des Wassers wirken, kaum noch einmal angewendet werden, wo es sich darum handelt, die gegebene Wasserkraft vortheilhaft zu benutzen. Selbst bei niedrigen Gefällen muß auch das Gewicht des Wassers so viel als möglich in Wirksamkeit treten, und es ist daher weit zweckmäßiger und passender, alle Räder dieser Art brustschlägige zu nennen.

Wenn das Füllen und Entleeren von den Schaufeln, der in den Figuren 4. und 5. dargestellten Räder bei jedem derselben näher betrachtet wird, so wird man finden, daß wenn eine bedeutende Wassermenge bei **D** Fig. 4. in die Schaufel fällt, dieselbe nicht ganz gefüllt werden kann, sobald die Oeffnung bei g geschlossen ist, und die Luft nicht durch dieselbe entweichen kann. Die Luft würde unter diesen Umständen zusammengedrückt werden und das Wasser wieder herauswerfen. Findet eine gehörige Ventilation statt, kann die Luft stets durch g entweichen, so kann auch das Wasser mit erforderlicher Geschwindigkeit in die Schaufel **D** einströmen. Die ganze Einrichtung der Schaufeln, deren Böden zusammengenommen den Boden des ganzen Rades bilden, wird aus Fig. 4. vollkommen deutlich, so daß wir gar nichts weiter darüber zu sagen haben. Zwischen den Böden zweier auf einander folgender Schaufeln, sind bei g kurze Stehpolzen angebracht, durch welche die verbindenden Niete gehen. Strömt in die Schaufeln eines solchen Rades sehr viel Wasser auf einmal ein, so wird etwas Wasser aus der Oeffnungen g ausfließen, welches dem Innern des Rades zufällt, welches jedoch durchaus keine Nachtheile haben kann, da ein Theil davon wiederum in die untere Schaufel fließt. Jedoch kann man diesem Nachtheile dadurch abhelfen, daß man die innern Ränder der Bodenschaufel noch etwas höher führt. Bei niedrigen Gefällen ist jedoch die hier angegebene Höhe vollkommen ausreichend.

Eine bekannte Sache ist es, daß eine rasche Entleerung der Schaufeln eben so wichtig ist, wie ein rasches Füllen, da es ganz augenscheinlich ist, daß alles über die Mittellinie in die Höhe geführte Wasser, das Rad beschweren muß, und seine Leistung vermindert. Bei der hier dargestellten Einrichtung der Räder fließt das Wasser sofort aus den Schaufeln, sobald dieselben aus der steinernen Kröpfung des Gerinnes hervortreten. Bei den hier beschriebenen Rädern wird dieser Zweck dadurch erreicht, da die Luft, welche das Wasser aus den Schaufeln herauszudrängen sucht, durch die Oeffnungen g eben so leicht wieder in die Schaufeln eintritt, als sie deren Austritt bewirkt haben. Das Widerwasser kann daher nicht in die Schaufeln eintreten, da in denselben keine Luftverdünnung stattfindet, und das Widerwasser ist folglich ein weit geringeres Hinderniß für die Bewegung des Rades.

Aus demselben Grunde ist es auch sehr zweckmäßig, zur Erleichterung des Abflusses von dem Wasser, den Kropf etwa 10 Zoll von der senkrechten Mittellinie entfernt, aufhören zu lassen, so daß unter dem Boden des Rades ein Wasserstand von 18 bis 24″ vorhanden sein kann.

Es sind diese Betrachtungen von eignem Werth, da ein minder hoher Schaufelboden ein weit rascheres Ausströmen aus den Zellen veranlaßt, als ein hoher Boden und eine tiefe Schaufel, weshalb auf diesen Umstand, so wie auch auf das oben erwähnte Abbrechen des Kropfes bei der Construction eines Wasserrades stets gesehen werden muß.

Es würde schwierig sein, die Eigenschaften und Verbesserungen genau zu beschreiben, ohne eine lange Reihe kostbarer Versuche nach einem großen Maßstabe anzustellen. Und um den Vergleich vollständig zu machen, müßten die neuen und alten Formen neben einander gestellt werden, jedes derselben mit einer verhältnißmäßigen Belastung versehen und unter fast gleichen Umständen in Beziehung auf Gefälle und Wassermenge arbeiten. Unter diesen Umständen würde die Verschiedenheit, welche zwischen den beiden Arten von Rädern existirt, ans Licht kommen, und es würden die neuen nicht allein eine weit größere Leistung zeigen, sondern sie würden sich auch leichter von Wasser entleeren und in Fluthzeiten leichter im Widerwasser gehen. Schließlich wird nur noch bemerkt, daß das oben beschriebene Rad bei einem Gefälle von 10 Fuß eine sehr gute Leistnng hat.

Brustschlägiges Rad mit geschlossenem Boden und mit ventilirten Zellen.

Wir müssen nun ein brustschlägiges Wasserrad für höhere Gefälle beschreiben, wobei wir annehmen, daß das Maximum des Gefälles die Hälfte bis ³/₄ von dem Raddurchmesser betragen. Diese Art von Wasserrädern stehen in sehr allgemeinen Gebrauch bei Gefällen, die 18′ nicht übersteigen und sind alsdann in den meisten Fällen oberschlägigen Rädern vorzuziehen. Die Räder dieser Art besitzen manche Vorzüge vor den sogenannten unterschlägigen und bei einer Leistung, die der der vorigen nahe kommt, sind sie besonders unter gewissen Umständen, und wenn das Gefälle 18—20′ nicht übersteigt, endlich wo das Rad im Widerwasser zu gewissen Zeiten zu gehen genöthigt ist. Im letzteren Fall sind Räder von großem Durchmesser die zweckmäßigsten und vorausgesetzt, daß hinlänglicher Raum in den Zellen bleibt, vermindert sich auch die Geschwindigkeit solcher Räder im Widerwasser nicht. Jedoch muß jedes Rad dieser Art so räumliche Zellen haben, daß es durch ein Widerwasser mit 5 oder 6′ Tiefe mit voller Geschwindigkeit gehen kann, daß es ein großer Uebelstand ist, wenn zu Fluthzeiten ein Rad langsamer zu gehen genöthigt ist.

Ein Rad dieser Art wurde vor einigen Jahren zu

Cleator bei Whitehaven zum Betriebe einer Flachsspinnerei construirt. Es hat 20 Fuß im Durchmesser, ist in der Schaufelung 22' breit und die Radkränze haben eine Breite von 22"; seine Leistung beträgt 100 Pferdekräfte. Der Boden besteht aus starkem Eisenblech und die Zellen sind von einer zur andern ventilirt, wie aus Fig. 5. deutlich wird. Es stehen nämlich die Kanten der Kropfschaufeln 2 Zoll vom Boden ab; sie laufen parallel mit demselben und reichen etwa 2 Zoll über die Bauchung der nächsten Schaufel hinauf. Das Gefälle beträgt 17' und das Wasser wird den Zellen durch einen kreisförmigen Schutz zugeführt, der nach den Umständen durch eine bequeme Vorrichtung leicht gehoben und niedergelassen werden kann. Durch diese Einrichtung des Schutzes kann die ganze Höhe des Gefälles benutzt werden, und in trocknen Jahreszeiten kann man das Wasser 3—4' tiefer ablassen und bei einem Stillstand des Rades kann es sich stauen. Die Kraft wird bei diesem Rade auf beiden Seiten durch zwei Getriebe fortgepflanzt, in welche innere Zahn-Segmente greifen. Die Getriebe theilen zu beiden Seiten des Rades die Bewegung den Arbeitsmaschinen mit.

Die Stellung des Getriebes, oder der Punkt, wo dasselbe in die Segmente greift, ist bei diesem Wasserrade von einiger Wichtigkeit, hauptsächlich aber bei den, die nach den Aufhängungs-Princip construirt sind, und die eine solche Einrichtung haben, daß sie einer Torsionskraft widerstehen können, wenn die Kraft von der entgegengesetzten Seite des belasteten Radbogens genommen worden ist. Wasserräder von dieser Construction mit Eisenstäben von nur 2" Durchmesser, könnten der Belastung nicht widerstehen, sondern würden sich um die Welle, als um einen festen Bewegungsmittelpunkt drehen. Es ist daher nothwendig, die Kraft von der belasteten Seite des Rades zu nehmen, und zwar der Peripherie so nahe als möglich, um das Gewicht des Wassers auf den Widerstand des Getriebes zu bringen, und es muß auch ein solcher Widerstand an den Punkten der größten Geschwindigkeit stattfinden.

Bei den alten Wasserrädern, bei denen die Kraft im Allgemeinen von der Welle genommen wurde, ging die ganze Kraft zuerst durch die Radarme und dann durch mehrere Zahnräder zu den Arbeitsmaschinen. Bei den verbesserten Rädern ist dies jedoch nicht der Fall, da die Arme, Armringe und die Welle nur das Gewicht des Rades zu tragen und seine Form zu erhalten haben; und da die Kraft von der Peripherie genommen wird, so vermeidet man jede Verwickelung der Kraftübertragung und es wird natürlich sehr viel Kraft erspart, wenn die Geschwindigkeit größer als die des Rades sein soll. Es ist schon weiter oben bemerkt, daß die Räder dieser Art einen geschlossenen Boden haben, und eine Beziehung auf die Fig. 5. wird zeigen, daß die Kropfschaufeln a, a, a aufwärts gebogen

und 2" von dem Boden entfernt sind, parallel mit demselben laufen und bis auf etwa 2" von der Kröpfung der nächst obern Schaufelreihen. Der Zweck dieser Construction ist einleuchtend, da das Wasser, indem es in die Zellen einfällt, die darin enthaltene Luft in der Richtung der Pfeile a a vor sich her treibt, so daß sie aus einer Zelle in die andere gelangt. Außer diesem Vortheil, die Luft aus den Zellen zu entfernen, so daß sie gänzlich mit Wasser gefüllt werden können, gewähren diese Oeffnungen auch noch den Vortheil der leichtern Entleerung der Zellen von Wasser. Dies ist besonders dann von Wichtigkeit, wenn das Rad im Widerwasser geht, indem die ventilirte Zelle frei über die Oberfläche emporsteigt, da eine Zelle mit der andern in freier Verbindung steht.

Bei brustschlägigen Rädern mit Gefällen von mehr als 25', ist die steinerne Kröpfung des Gerinnes nicht erforderlich, da die Zellen engere Eingänge erhalten und ihr Rand dem Kropf der nächsten Zelle näher steht, die das Wasser daher auch weit länger in dem Rade erhalten wird.

Die Construction der brustschlägigen Räder mit hohem Gefälle, ist ganz dieselbe, wie der mit niedrigen; schmiedeeiserne Arme, Wellkranz, Welle und Zahn-Segmente sind beiden gemein.

Der Redacteur theilt aus der deutschen Gewerbszeitung, Nr. 50., Jahrgang 1849, in Beziehung auf diese Räder noch mit, daß neuerlich in Sachsen solche brustschlägige Räder, bei Gefällen von 20—24', erbaut worden sind; so z. B. zu Schedewitz, Griesbach, Schlettau, Aue ꝛc. Man hat mit diesen Rädern sehr günstige Resultate erlangt, die sich freilich nicht ganz mit den vergleichen lassen, wie sie besonders unter gewissen Umständen gut construirte Turbinen, namentlich die Jonval'sche geben, die aber zu denjenigen Rädern mit horizontalen Wellen gehören, welche die besten Leistungen haben.

Schmiedeeiserne Balken, zu Decken, feuerfesten Böden und ähnlichen Bauten.

Fig. 22., Taf. XXIV.*) giebt einen Querdurchschnitt von einem solchen feuerfesten Boden. Die eigentlichen Schmiedeeisernen Balken bestehen aus starkem Blech, welches eine wellenförmige Biegung erhält, wie man bei a sieht. Die obere und die untere Lage, bilden zusammen röhrenförmige Balken, mit sechsseitigem, oder auch mit kreisrundem Querschnitt. Die oberen Zwischenräume zwischen den Biegungen der oberen Blechlage sind mit einer Füllung b versehen, darauf liegen Sohlhölzer, und auf diese ist der Fußboden c festgenagelt. Die Sohlhölzer d liegen auf der oberen Hälfte der eisernen Balken und werden durch Schraubenbolzen e mit beiden Lagen verbunden. Die untere Lage der Balken liegt auf Sohlhölzern g, welche durch die

*) Diese Figur folgt im nächsten Heft. Red.

Schraubenbolzen h mit beiden Balkenlagern verbunden sind. Gegen diese untern Hölzer g sind die Latten i genagelt, auf welche alsdann die Lehm- oder Kalkdecke aufgetragen wird. Beide Balkenlagen können auch durch Niete mit einander verbunden werden. — Es ist diese gewiß zweckmäßige Construction um so nachahmenswerther, da sie bei den wohlfeilen Blechpreisen nicht mehr Kosten verursachen kann, als starke hölzerne Balken. Die Erfindung rührt von John, Henderson, Porter zu London her, und sie ist mitgetheilt im Augustheft des „Civil Engener and Architect's Journal."

Von den wichtigsten Systemen und Constructionsarten der Dampfmaschinen,

welche beim Berg- und Hüttenwesen angewendet werden.

Von dem

Redakteur.

Auf den Entwurf oder die Zusammensetzung einer Dampfmaschine haben, nach Jullien's Annahme, die folgenden drei Hauptumstände Einfluß:

Die Beschaffenheit der von der Dampfkraft auszuübenden Leistung;

Die Größe der letztern in einer gegebenen Zeit;

Der Zustand, in welchem der Dampf, nach der Beschaffenheit und Größe der in einer gewissen Zeit auszuführenden Leistung am zweckmäßigsten wirkt.

Die Zusammensetzung, welche aus den verschiedenen Fällen folgt, zu denen die Beschaffenheit der Leistungen Veranlassung giebt, bildet die verschiedenen Arten von Dampfmaschinen; man nennt sie die allgemeine Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung, welche eine Folge der verschiedenen Fälle ist, zu denen die variabeln Größen der zu übertragenden Triebkraft Veranlassung geben, bildet die verschiedenen Einrichtungen der Dampfmaschine; man nennt sie die spezielle Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung endlich, die eine Folge des verschiedenen Zustands ist, in welcher der Dampf wirkt, bildet die verschiedenen Gattungen von Dampfmaschinen; man nennt sie die secundäre Zusammensetzung.

Die allgemeine Zusammensetzung.

Wir betrachten drei Hauptarten von unmittelbarer Benutzung der Triebkraft des Dampfes, wodurch zu gleicher Zeit drei Hauptarten oder Systeme von Dampfmaschinen bestimmt werden, nämlich:

1) Zur Ueberwindung eines unterbrochenen Widerstandes; einfach wirkende Dampfmaschinen.
2) Zur Bewegung einer Stange, die ununterbrochenen Widerstand leistet; doppelt wirkende Dampfmaschinen, ohne Rotation,
3) Zur Drehung einer Welle; doppelt wirkende Dampfmaschinen, mit Rotation.

Die einfach wirkenden Maschinen dienen entweder zur Wasserhebung oder zur Bewegung von Werkzeugsmaschinen, wie Hämmer, Scheeren, Durchschnitte, Rietmaschinen rc.

Die doppelt wirkenden Maschinen ohne Rotation dienen im Allgemeinen zur Bewegung der Gebläse für Hohöfen, Kupolöfen, Frischfeuer zum Eisenhüttenprozeß, so wie auch der Schmelzöfen für andere Metalle, oder der Luftpumpen oder Luftsauger für atmosphärische Eisenbahnen und Bergwerke.

Die doppelt wirkenden Maschinen mit Rotation, bei weitem die meisten von allen, haben nachstehende verschiedene Functionen und daher auch Abtheilungen: 1. Dienen sie zur Bewegung der in dem gesammten Fabrikwesen rc. angewendeten Arbeitsmaschinen, indem die wiederkehrende Kraft des Kolbens durch eine Kurbel einer horizontalen Welle und Räderwerk mitgetheilt wird. — 2. Werden sie zur Bewegung von Schiffen angewendet, indem die Kolbenstangen gewöhnlich zweier Maschinen in eine Kurbelwelle, an der die Ruderräder sitzen, greifen und diese umdrehen, oder indem von einer oder zwei Maschinen eine Schraube. — 3. Benutzt man sie zur Bewegung der Locomotiven auf Eisenbahnen, indem die Kolbenstangen zweier Cylinder in Kurbeln greifen und dadurch zwei oder mehrere Räder bewegen, die hinlänglich belastet sind, um an den Schienen eine Adhäsion zu veranlassen, die stärker als der Widerstand ist, den ein Wagenzug leistet.

Spezielle Zusammensetzung.

Die Kraft der Dampfmaschinen wechselt nach den Bedürfnissen der Leistungen von 20 bis 100,000 Kilogrammetern in der Secunde, die entweder von einem einzigen

oder von zwei gekuppelten Apparaten erfolgt. — Die Anzahl der zwischen diesen Grenzen begriffenen Kräfte oder Leistungskategorien, für welche man Apparate ausführt, beläuft sich auf ohngefähr 40, die in sieben bestimmte Klassen zerfallen, nämlich:

1. Klasse	von	20	bis	300	Kilogr. Met. in der Sec.
2.	„	300	„	900	„
3.	„	900	„	2000	„
4.	„	2000	„	4000	„
5.	„	4000	„	8000	„
6.	„	8000	„	40000	„
7.	„	40000	„	100000	„

Für eine jede von diesen Klassen giebt es eine oder mehrere Einrichtungen, welche zweckmäßiger als alle andern sind. — Unter Dampfmaschinen-System versteht man die Ausführung einer Einrichtung, die einem Maschinenbauer eigenthümlich ist.

Unter secundärer Zusammensetzung

verstehen wir die Beschaffenheit, unter welcher der Dampf als Triebkraft wirkt und wovon es vier Arten giebt:

1) Die Wirkung ohne Expansion und mit Condensation.
2) Ohne Expansion und Condensation.
3) Mit Expansion und Condensation.
4) Mit Expansion, aber ohne Condensation.

Hiernach wurden die vier Gattungen von Maschinen eingerichtet und ausgeführt, und werden wir nun noch einige allgemeine Andeutungen über dieselben, in so fern sie sich auf den vorliegenden Zweck beziehen, machen.

Einfach wirkende Wasserhebungs-Dampfmaschinen.

Wasserhebungs-Dampfmaschinen dienen zur Bewegung von Pumpen, und da diese letztern einfach wirkend sind, so müssen es die zu deren Betriebe angewendeten Dampfmaschinen auch sein, wenn sie eine bedeutende Kraft, von mehr als 4000 Kilogrammetern zu entwickeln haben, wogegen bei geringen Leistungen die Pumpen auch durch Rotationsmaschinen bewegt werden können.

Die Theorie der einfach wirkenden Maschinen ist dieselbe, wie bei den doppelt wirkenden, jedoch ist ihre Leistung bei gleicher Anzahl von Kolbenzügen, nur halb so groß.

Bei der Bewegung der Pumpen bieten sich zwei Hauptfälle dar, nämlich:

1) der, bei welchem die Pumpen saugen und heben, und wobei die Last aus dem oben dem Pumpenkolben befindlichen Wasser, so wie aus dem Gestänge und den Kolben besteht.

2) Den Fall, in welchem die Pumpen saugen und drücken. — In dem ersteren Falle gehen Kolben und Ge-

stänge durch ihr eigenes Gewicht und ohne eine Wirkung zu thun nieder. Ihr Gewicht muß alsdann nur so viel betragen, daß der Niedergang statt finden kann, weil sonst die Maschine bei jedem Kolbenzuge eine unnütze Last zu überwinden haben würde. Damit nun das Effectivgewicht der Kolben und Stangen nicht höher sei, als zum Niedergange erforderlich ist, muß man sie gewöhnlich mit dem Ende eines Balanciers verbinden, dessen anderes Ende mit einem Gegengewicht versehen ist. — Bei tiefen Schächten sind daher solche Pumpen nicht anwendbar, weil alsdann das Gewicht der Kolben und Stangen zu bedeutend wird. Nur die untersten Pumpensätze muß man so einrichten, da diese leicht in Gefahr kommen unter Wasser gesetzt zu werden und Druckpumpen sich unter diesen Umständen gar nicht repariren lassen.

Sind die Pumpen oder sogenannten Kunstsätze Saug- und Druckpumpen, so besteht die zu hebende Last nur in den Gestängen und Pumpenkolben und die Hebung des Wassers, und in den Steigeröhren, so wie der Niedergang der Gestänge wird durch das Gewicht dieser Stücke bewirkt.

Da Wasserhebungs-Dampfmaschinen gewöhnlich zu den größten gehören, d. h. zu den obigen Klassen 3 bis 7, so ist es im höchsten Grade wichtig, ihnen alle Einrichtungen zu geben, welche Dampfersparung veranlassen können, wohin besonders auch Condensation und Expansion gehören. Man ist daher bei gut eingerichteten Maschinen dieser Art dahin gelangt, in der Stunde und auf die Pferdekraft nur 2 Kilogr. Steinkohlen zu verbrauchen, während bei andern Maschinen der Verbrauch durchschnittlich 4 Kilogr. beträgt und bis auf 6 Kilogr. steigt.

Die einfachsten Wasserhebungs-Dampfmaschinen, die in neuester Zeit sehr in Anwendung kommen, wirken direct und ohne Balanciren. Eine solche Maschine, die auf einer Steinkohlengrube bei Lüttich im Betriebe steht (siehe Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1848. Nr. 21. und 23.), ist das Schachtgestänge eine unmittelbare Verlängerung der Kolbenstange. Der Dampf tritt unter den Kolben, hebt das Schachtgestänge mit allen daran angebrachten Theilen in die Höhe und das Gewicht dieser gehobenen Theile bewirkt den Niedergang der Kolben, welche die zu hebende Wassermasse in die Höhe drücken. Als Wasserhebungsmaschinen in Bergwerken werden Maschinen dieser Art eine um so größere Zukunft, als sie auch mit den immer nothwendiger werdenden Fahrkünsten (mittelst denen die Bergleute in die Gruben und aus denselben gelangen) in Verbindung gesetzt werden können, wie es schon zu Seraing bei Lüttich der Fall ist. Man kennt in Belgien mehrere Abänderungen dieser Maschinen.

Am häufigsten sind die Wasserhaltungs-Dampfmaschinen mit geradem Balancier. An dem einen Ende hängt, wie gewöhnlich der Dampfkolben, an dem andern das Ge-

stänge. Zur Regulirung der Anzahl der zu bewirkenden Kolbenhübe und um den Brennmaterialverbrauch mit dem Nutzeffect der Maschine in ein richtiges Verhältniß zu bringen, ist bei allen diesen, so wie überhaupt bei allen großen Maschinen, die keine rotirende Bewegung hervorbringen, ein Katarakt oder Hubzähler angebracht.

Man nennt die Dampfmaschinen dieser Art im Allgemeinen Cornwall'sche, weil sie bei den dortigen tiefen Bergwerken zuerst angewendet und auch dort ihre wesentlichen Verbesserungen, die auf Brennmaterialersparung hinauslaufen, erhalten haben. Mehrere Maschinen dieser Art findet man beschrieben und abgebildet in Hartmann's Dampfmaschinen-Handbuch (Weimar 1847 und 48), Bd. II. S. 8. 2c. und Taf. 17 bis 22.

Eine dritte Art von einfachwirkenden Wasserhebungsmaschinen hat Winkelbalanciers oder Kunstkreuze, an deren horizontalen Arm das Schachtgestänge hängt, während der vertikale Arm mit der Lenkstange des horizontalen Cylinders verbunden ist. Bis jetzt sind Wasserhebungsmaschinen dieser Art selten.

Einfach wirkende Werkzeugs-Dampfmaschinen haben den Zweck, in den Werkstätten die Rotationsmaschinen überall da zu ersetzen, wo die Arbeit unterbrochen oder intermittirend ist. Sie zeichnen sich besonders durch ihre sehr einfache Construction aus, indem sie auch weder mit Condensation noch mit Expansion arbeiten.

Sie werden, wie schon oben bemerkt wurde, bei Hämmern, Scheeren, Durchschnitten 2c. angewendet. Bei den neuerlich so sehr verbreiteten Dampf- oder Stempelhämmern (siehe Hartmann's praktische Eisenhüttenkunde, Bd. IV., systemat. Text S. 125 2c., erläuternden Text S. 28 2c. und Taf. 50. und 51.; auch Berg- und Hüttenm. Zeitung 1846. Nr. 1 2c. und 1849. Nr. 3.), ist der als Hammer wirkende eiserne Klotz durch die Kolbenstange mit dem Kolben verbunden, dessen Cylinder genau senkrecht über dem Amboß steht. Der Dampf tritt unter den Kolben und hebt denselben mit dem Hammer, mehr oder weniger hoch. Dann wird der Dampf durch Selbststeuerung der Maschine oder durch die Hand des Maschinenwärters abgesperrt, er strömt aus, der Hammer fällt mit mehr oder weniger Kraft auf den Amboß und das Spiel beginnt von Neuem.

Bei den Luppenquetschwerken, Durchschnitten, Scheeren, Nietmaschinen 2c. (Berg- und Hüttenm. Zeitung 1848. Nr. 16.), wirkt der Dampf ebenfalls unter den Kolben und die Kolbenstange geht nach dem langen Schenkel der genannten Werkzeugsmaschinen. Der Cylinder ist oben offen.

Doppelt wirkende Gebläsemaschinen. Ohne Rotation.

Die Maschinen dieser Art werden am häufigsten zur

Bewegung von Gebläsekolben angewendet, und man unterscheidet dabei den Trieb- und den Gebläsecylinder. Die Dampfmaschine ist nach denselben Prinzipien construirt wie die rotirenden, die sehr großen Maschinen mit Hebelsteuerung, da der Gang langsam sein muß. Jedoch fehlen solchen Maschinen diejenigen Theile, welche ausschließlich zur Verwandlung der wiederkehrend geradlinigten Bewegung des Triebkolbens in die continuirlich rotirende einer Welle angewendet werden.

Man kann folgende Arten dieser Maschinen unterscheiden:

Senkrechter Triebcylinder.	Vertikaler Gebläse-Cylinder.
	Horizontaler " "
Horizontaler "	Vertikaler " "
	Horizontaler " "

Trieb- und Gebläsecylinder stehen entweder fest, oder der eine oder andere derselben ist schwingend. Lauf und Geschwindigkeit der beiden Kolben sind in den meisten Fällen einander gleich; nur in wenigen Fällen ist es anders. Dann ist der Balancier ein einarmiger Hebel, an dessen einem Ende der Gebläsekolben hängt, während sich das andere Ende um einen festen Punkt dreht und in der Mitte zwischen beiden der Dampfcylinder steht, welcher die Maschine bewegt.

Nehmen wir dies als die eine Einrichtung des Falles an, daß Trieb- und Gebläsecylinder senkrecht stehen, so ist die andere und gewöhnlichere die, wenn, wie schon erwähnt, an dem einen Balancierende der Dampfcylinder, an dem andern der Gebläsecylinder hängt. Auf solche Weise sind die größten Gebläsemaschinen eingerichtet, z. B. die von 100 Pferdekräften, welche in dem Hartmann'schen Dampfmaschinenwerke, Bd. II. S. 60 2c. beschrieben und auf den Tafeln 25 bis 30 (Werkzeichnungen) abgebildet worden ist.

Eine andere hierher gehörige Einrichtung besteht darin, beide Cylinder übereinander zu stellen, so daß die Kolbenstange des einen die Verlängerung des andern ist. Ein solches Gebläse ist zwar einfach, hat aber den großen Nachtheil, daß zur Hebung und Senkung des Kolbens eine ungleiche Kraft erforderlich ist. Die Maschine muß daher einfach wirkend sein. Eine solche befindet sich z. B. auf dem Hüttenwerke zu Ougrée bei Lüttich; der Dampfcylinder steht über einem Steinkohlenschacht und es hängt ein Schachtgestänge an einer Kolbenstange die durch den Boden des Cylinders geht. Ueber dem Dampfcylinder und in gleicher Axe mit demselben ist der Gebläsecylinder angebracht. Der Dampf tritt unter den Kolben, hebt denselben und mit ihm das Gestänge und die Pumpenkolben, drückt auch den Wind oben aus. Dann wird er abgesperrt und der Niedergang des Gebläse- und Dampfkolbens, so wie die Hebung des Wassers in den Drucksätzen wird durch die

Schwere des Gestänges bewirkt, wobei der unten auszudrückende Wind als Gegengewicht wirkt. Natürlich sind Maschinen dieser Art sehr an locale Verhältnisse geknüpft.

Die Einrichtung den Triebcylinder eine senkrechte und dem Gebläsecylinder eine horizontale Stellung zu geben, ist nicht sehr zweckmäßig, da weite Cylinder in horizontaler Lage manches Nachtheilige haben. Gebläse- und Dampfkolben werden durch einen Winkelhebel miteinander verbunden. — Der entgegengesetzte Fall, wobei der Triebcylinder horizontal liegt und der Gebläsecylinder senkrecht steht, hat die Nachtheile der vorhergehenden nicht, aber die Vortheile aller horizontalen Dampfmaschinen, die wir in Bd. I. Heft 4. und in Bd. III. Heft 2. d. Journ. kennen gelernt haben, und ist daher eine sehr zweckmäßige. — Liegen beide Cylinder horizontal, so entsteht der obige Nachtheil, allein die Einrichtung gewährt manchen Vortheil und ist daher in mancher Beziehung zu empfehlen.

Gebläse-Dampfmaschinen mit Rotation.

Wenn es, wie vorhergehend bemerkt, bei großen Gebläsen für Oefen vortheilhaft ist, nach Vollendung eines jeden Kolbenzuges einen gewissen Stillstand eintreten zu lassen, so ist dies nicht der Fall, wenn das Gebläse als solches oder als Sauger bei einer atmosphärischen Eisenbahn angewendet werden soll. Man hat dabei den Hauptgesichtspunkt, keine verhältnißmäßig veränderliche Leistung, sondern in einer gegebenen Zeit eine möglichst gleichartige zu veranlassen. Zwar würden die Stillstände auch für diese Maschinen in Beziehung auf den Verschluß der Klappenventile vortheilhaft sein, allein da sie einen nachtheiligen Einfluß auf die Geschwindigkeit haben, welche nothwendige Bedingung für diese Maschinen ist, so müssen sie bei jeder Größe rotirend sein.

Haben Gebläse mit rotirender Bewegung senkrechte Cylinder, die sich an den Enden eines Balanciers befinden, so wird die Kurbelstange für die Schwungradwellen-Kurbel etwa an einem Viertel von der Länge des Balanciers angebracht und der Halbmesser der Kurbel ist = $^1/_4$ von dem Kolbenlaufe. Jedoch haben bei dieser Einrichtung Kurbel und Kurbelstange einen bedeutenden Widerstand zu leisten, so daß häufig Brüche entstehen, und wenn Maschinen über 25 bis 30 Pferdekräfte — wie es manche gute Maschinenbauer thun — so eingerichtet sind, so ist das nie zweckmäßig.

Eine sehr musterhaft eingerichtete Maschine dieser Art, ein rotirender Luftsauger, oder eine Dampfmaschine zum Betriebe der Luftpumpen bei der St. Germain atmosphärischen Eisenbahn, entworfen von dem Ingenieur Eugen Flachat, ist in der vorliegenden Zeitschrift, Band II. Heft 2. S. 76—81. beschrieben und auf Taf. V. abgebildet worden.

Ein solcher Apparat besteht aus zwei horinzontalen Rotationsmaschinen, die gekuppelt sind und von denen eine jede eine Kraft von 100 bis 125 Pferde besitzt. Auf der gemeinschaftlichen Welle beider Maschinen ist ein Schwungrad angebracht, welches zwar auf den ersten Blick nutzlos erscheint, da beide Krummzapfen rechtwinklich zu einander stehen, welches aber nicht allein die Bewegung vollkommen regulirt, sondern es auch verhindert, wenn die Maschinen zu schnell gehen, sobald sie, wie es häufig der Fall ist, nach starker Belastung auf einmal fast leer gehen.

Das Gebläse oder die Luftpumpe besteht aus zwei Cylindern. Die Bewegungsmittheilung von dem Triebkolben auf die Saugkolben erfolgt nicht direct, sondern mittelst eines Getriebes, eines Stirnrades und einer zweiten Kurbelwelle. Durch diese Einrichtung geht zwar etwas an Triebkraft verloren, allein sie gewährt den großen Vortheil, daß jedem Kolben diejenige Geschwindigkeit ertheilt werden kann, welche für das Fluidum, in welchem er sich bewegt, am zweckmäßigsten ist. Diese zur Erlangung des höchsten Nutzeffects unerläßliche Bedingung kann mittelst directer Uebertragung der Bewegung nur unvollkommen erreicht werden, denn die Benutzung eines Balanciers mit ungleichen Armen ist unzweckmäßig.

Die Geschwindigkeit des Dampfkolbens muß der starken Pressung beim Ausströmen des Dampfes weichen, da die Maschine mit Hochdruckdämpfen, ohne Condensation gespeist wird und auch wegen der zu vermeidenden Abkühlung bedeutend sein, die des Luftkolbens dagegen gering. Es muß daher die angegebene Einrichtung angewendet werden und nicht die gewöhnliche bei Gebläsen. — Auch ist es sehr zweckmäßig, bei solchen Maschinen veränderliche Expansion anzuwenden, da die zu übertragende Kraft in verschiedenen Zeiträumen sehr verschieden ist.

Feststehende, doppelt wirkende Rotations-Dampfmaschinen.

Maschinen dieser Art werden am meisten von allen Dampfmaschinen angewendet und haben daher sehr verschiedenartige Einrichtungen erlangt.

Diese Einrichtungen, von denen eine jede ganz besonders einer bestimmten Gattung und einer gewissen Kraft entspricht, lassen sich im Allgemeinen von den folgenden drei Umständen ableiten, nämlich:

1) Von der mechanischen Beschaffenheit des Triebcylinders;
2) von der Stellung seiner Axe;
3) von der Stellung der Triebwelle.

Der Triebcylinder kann, nach der Wahl des Maschinenbauers, während des Betriebs einen von den folgenden drei mechanischen Zuständen annehmen, nämlich:

1) Den Zustand der Ruhe;

2) den Zustand der Schwingung um eine Axe, die senkrecht auf der Bewegungsebene der seinigen steht.

3) Den Zustand der Drehung um eine Axe, die ebenfalls senkrecht auf der Bewegungsebene der seinigen steht.

In den beiden ersten Fällen kann die Cylinderachse eine von den folgenden drei allgemeinen Stellungen annehmen, nämlich:

1) Die senkrechte; 2) die geneigte; 3) die horizontale. In dem dritten Fall nimmt die Cylinderachse nach und nach alle Stellungen an.

Die Triebwelle kann, wie der Cylinder, die weiter unten nachgewiesenen drei allgemeinen Stellungen einnehmen. Es folgt daraus, daß die Zahl der verschiedenen Einrichtungen, welche eine Maschine in Beziehung auf die Beschaffenheit des Triebcylinders und auf die gegenseitigen Stellungen desselben und der Triebwelle anzunehmen vermag, sich auf 27 beläuft. Jedoch giebt es unter dieser Anzahl theils solche, die gar nicht, theils solche, die nur sehr wenig angewendet werden, daß man sie ganz unberücksichtigt lassen kann. Außer den Fällen, in denen die Triebwelle senkrecht oder geneigt ist, sind die am häufigsten angewendeten Einrichtungen der feststehenden, rotirenden Dampfmaschinen die folgenden sieben:

1. Der Cylinder fest und senkrecht, die Welle horizontal.
2. „ „ „ „ geneigt, „ „ „
3. „ „ „ „ horizontal, „ „
4. „ „ senkrecht schwingend, „ „
5. „ „ geneigt „ „ „ „
6. „ „ horizontal „ „ „ „

Jede von diesen allgemeinen Einrichtungen giebt Veranlassung zu einer geringern oder größern Anzahl besonderer Einrichtungen, sogenannter Systeme, die größtheils von der Gattung der Maschine und von der größern oder geringern Entfernung der Triebwellenachse über der Sohle der Maschine abhängt.

Lassen wir den ersten Einfluß unberücksichtigt und berücksichtigen wir nur den zweiten; nehmen wir zu dem Ende den Kurbelhalbmesser als Einheit der Höhe an, so werden wir finden, daß bei Weitem in den meisten Fällen, welche sich bei der Aufstellung der Dampfmaschinen darbieten, die Höhe der Triebwelle über der Sohle zwischen minus 1 und + 10 Kurbelhalbmessern über der Sohle liegt. Wir haben dabei folgende Zahlenverhältnisse zu berücksichtigen:

Durchmesser des Cylinders beim Niederdruck . . .	1
Kurbelhalbmesser	1
Balancier-Länge	6
Länge der Kurbelstange	5
Durchmesser des Schwungrades	6

Macht man alsdann nach und nach die Höhe der Wellachse über der Sohle = — 1, + 1, + 2, + 3, + u. s. w., so erhalten wir die folgende Reihe der gebräuchlichsten Maschineneinrichtungen. Es bezeichnen hierbei:

L T, die Maschinensohle;
A, die Triebwelle;
B, den Dampfcylinder;
C, die Dicke des Triebkolbens nebst dem Spielraum und den Einströmungsöffnungen am Boden und Deckel;
D, den Balancier;
E, die Kurbelstange;
F, die Kurbel;
G, das Schwungrad.

Wir haben:

1. Wenn die Triebwelle zwischen — 1 und Null über der Sohle der Maschine liegt:

Balancier-Maschine, bei welcher die Länge der Kurbelstange E 6 beträgt, statt 5.

Maschine mit 2 Kurbelstangen, bei der die Länge derselben 6 beträgt, wie oben.

Maschine mit einem Rahmen statt der Kurbelstange; die Triebwelle sehr niedrig liegend.

Maschine mit sich drehendem Cylinder, die Triebwelle über der Drehungsachse des Cylinders.

2. Wenn die Triebwelle zwischen Null und + 1 über der Maschinensohle liegt:

Maschine mit zwei Kurbelstangen, in ihrem Normalzustande.

Maschine mit einem Rahmen statt der Kurbelstange, die Triebwelle höher liegend.

Maschine mit horizontalem Cylinder.

Maschine mit horizontalem schwingendem Cylinder.

Maschine mit horizontalem Cylinder, der in einer horizontalen Ebene schwingt.

Maschine mit sich drehendem Cylinder.

3. Wenn die Triebwelle zwischen + 1 und + 3 über der Sohle der Maschine liegt:

Maschine mit geneigtem Cylinder.

Maschine mit geneigtem, schwingendem Cylinder.

4. Wenn die Triebwelle zwischen + 3 und + 4 über der Sohle der Maschine liegt.

Maschine mit senkrechtem, schwingendem Cylinder.

5. Wenn die Triebwelle zwischen + 4 und + 5 über der Sohle der Maschine liegt:

Maschine mit drehbarer Kolbenstange.

Maschine mit rückwärtsgehender Kolbenstange.

Maschine mit senkrechtem, unten am Boden schwingendem Cylinder.

6. Wenn die Triebwelle zwischen + 5 und + 6 über der Sohle der Maschine liegt.

Maschine mit senkrechtem, in dem Boden versenktem Cylinder, bei welchem die Länge der Kurbelstange auf 4 reducirt worden ist.

Maschine mit geneigtem Cylinder.

7. Wenn die Triebwelle zwischen + 6 und + 8 über der Sohle der Maschine liegt.

Maschine mit senkrechtem, in dem Boden versenktem Cylinder, in normalem Zustande.

8. Wenn die Triebwelle zwischen + 5 und + 10 über der Sohle der Maschine liegt.

Maschine mit senkrechtem Cylinder.

Wiederholen wir nun das Obige, so finden wir, daß bei Höhen der Triebradachse zwischen — 1 und + 10, 12 verschiedene Einrichtungen oder Systeme von Maschinen existiren, nämlich:

Maschinen mit feststehendem Cylinder:

1. Mit Balancier;
2. mit 2 Kurbelstangen;
3. mit einem Rahmen statt der Kurbelstange;
4. horizontal;
5. geneigt;
6. mit drehbarer Kolbenstange;
7. mit rückwärtsgehender Kolbenstange;
8. senkrecht und in den Boden versenkt;
9. senkrecht.

Maschinen mit schwingendem Cylinder:

10. um in der Mitte angebrachte Zapfen und in einer horizontalen oder vertikalen Ebene schwingend;
11. um einen, am untern Ende angebrachten Zapfen.
12. Maschinen mit sich drehendem Cylinder.

Wir wollen nun noch über die wichtigsten Systeme einige weitere Bemerkungen machen.

1. Die Balancier-Maschinen sind die ältesten von allen, denn ehe man die übrigen, oben erwähnten Einrichtungen kannte, wendete man die Balanciers bei allen Maschinen, den kleinen sowohl als den großen zur Uebertragung der Kraft an. Dagegen ist dies jetzt nur bei Maschinen von wenigstens 12 Pferdekräften und besonders bei Condensationsmaschinen der Fall, indem Pumpen mittelst eines Balanciers immer am einfachsten bewegt werden können.

Der Unterschied bei den Balancier-Maschinen wird hauptsächlich durch das System des Gerüstes, welches den Balancier trägt bestimmt; und man unterscheidet in dieser Beziehung:

a. Maschinen, die vollständig auf Sohlplatten gestellt sind; — b. solche, deren Balancierlager in den Wänden des Maschinengebäudes angebracht sind; — c. solche, de-

ren Balancierlager von besonderm Mauerwerk getragen werden.

Maschinen, die gänzlich auf Sohlplatten stehen haben gewöhnlich eine geringere Kraft als 20 Pferde, obgleich man auch noch Maschinen von 40 Pferdekräften auf Platten stehend findet. — Das Balancierlager ist entweder ein Rahm der auf 6 eisernen Säulen ruht, oder es liegt unmittelbar auf zweien, mit einander verbundenen Böcken; letztere Einrichtung hat den Vorzug, da sie minder schwankend als erstere ist. — Maschinen, deren Balancierlager in den Wänden des Gebäudes angebracht sind, haben bis 75 Pferdekräfte; die Lager werden auf verschiedenartige Weise von Säulen unterstützt. — Die Balancierlager größerer Maschinen werden stets von Mauerwerk getragen.

2. Die Maschinen mit 2 Kurbelstangen, von ihrem Erfinder Maudslay'sche genannt, wurden früher sehr viel angewendet. Sie nehmen, im Vergleich zu den großen Balanciermaschinen, nur wenig Raum ein und bei Größen unter 25 Pferdekräften hat man sie stets vortheilhaft gefunden, besonders für Hochdruckmaschinen, denn für Condensationsmaschinen ist das System nicht so passend. Jedoch haben die Maschinen in ihrer Construction auch manche Nachtheile, da die Führung der Kolbenstange in einen langen Schlitz, bei den Kurbeln und Kurbelstangen, leicht Schwankungen herbeiführten.

3. Die Dampfmaschinen, welche statt der Kurbelstangen einen Rahmen haben, sind nur von einzelnen Maschinenbauern construirt worden, da sie keine wesentlichen Vortheile gewähren.

4. Dampfmaschinen mit liegenden Cylindern werden neuerlich sehr häufig angewendet. Lange Zeit hindurch war man im Allgemeinen der Ansicht, daß dieses System der Dampfmaschinen-Construction unzweckmäßig sei, indem man behauptete, daß durch das Aufliegen fast des ganzen Gewichts von den Kolben auf den untern Theil des Cylinders, derselbe dort weit mehr als an den übrigen Puncten ausgeschliffen und daher oval werden müsse. Man dachte nicht daran, daß die Linderung des Kolbens in ihrer Wirkung weit intensiver sein muß, als sein Gewicht und daß daher dieses auf die Abnutzung wenig Einfluß haben könne. Auch fand man in der Praxis, besonders bei den Locomotiven, bei denen liegende oder schwach geneigte Cylinder unvermeidlich waren, daß sich diese Uebelstände, wenigstens in fühlbarer Weise, in der Praxis nicht zeigen. Jetzt bauet man Maschinen der größten Art mit liegenden Cylindern.

Ganz besonders sind sie beim Berg- und Hüttenwesen sehr zweckmäßig: sowohl bei der Förderung als auch bei der Wasserhaltung, zum Betriebe der Gebläse und der Walzwerke, und außerdem werden sie auch sehr vortheilhaft zum Betriebe vieler anderer Werkzeugsmaschinen angewen-

det. Sie können direct und ohne das kostbare Zwischengeschirr, auf die Korbwelle der Fördermaschinen, auf die Kunstkreuze der Wasserhaltungsmaschinen, so wie auf die Walzen einwirken, und beim Betriebe der Gebläse mit horizontalen Maschinen kann man beiden Cylindern, dem Dampf- und dem Gebläsecylinder, die angemessene Geschwindigkeit ertheilen, wie wir schon weiter oben bemerkten.

Durch diese sehr verschiedenartigen Benutzungen hat man allgemein erkannt, daß diese Construction durchaus keine Nachtheile habe, daß die Abnutzung des Kolben durchaus nicht bedeutender als bei den stehenden Cylindern sei; daß man aber bei liegenden Cylindern den großen Vortheil habe, den ganzen Bau vereinfachen und ihm weit mehr Festigkeit geben könne. Da eine solche Maschine bedeutende Breite und Länge und nur eine geringe Höhe hat, so sind ihre Erschütterungen nur gering. Außerdem braucht das Maschinenhaus weniger hoch zu sein und alle Maschinentheile sind im Bereich des Wärters, ohne daß er verschiedene Etagen herauf oder hinab zu steigen braucht, wie dieß bei größern Maschinen mit Balancier oder überhaupt mit stehendem Cylinder der Fall ist.

Auf Dampfschiffen hat man durch liegende Cylinder es erlangen können, alle Theile der Maschine unter die Wasserlinie zu legen und besonders ist diese Einrichtung für Kriegsdampfschiffe und für solche, die mit Schrauben bewegt werden, zweckmäßig. Zwei sehr gut construirte Maschinen mit liegenden Cylindern von den besten französischen Maschinenbauern, findet man beschrieben und abgebildet in d. Zeitschr., Bd. I. Hft. 4, S. 464 ꝛc., so wie auch in der „Berg- und hüttenmännischen Zeitung", Jahrg. 1848. No. 34 bis 37.

5. Dampfmaschinen mit geneigtem Cylinder dürfen nur als Modificationen der horizontalen oder senkrechten Maschinen angesehen werden und nicht als ein besonderes System. Sie können feststehende oder schwingende Cylinder haben. Am häufigsten werden solche Maschinen auf Dampfschiffen angewendet.

6. Maschinen mit drehbarer Kolbenstange werden in dem Fall angewendet, wenn man eine geneigte Stellung des Cylinders vermeiden will. Die zweckmäßiger eingerichteten Maschinen dieser Art haben einen beweglichen Deckel (s. Hartmann's Zeitung für Eisenbahnwesen, Dampfschifffahrt und Dampfmaschinenkunde, Bd. 1. S. 117 ꝛc.). Jedoch hat diese Construction so manche Mängel, daß sie wohl nur wenig zur Ausführung kommt und wir sie hier nur der Vollständigkeit wegen erwähnen.

7. Maschinen mit rückwärtsgehender Kolbenstange, bilden ein sehr sinnreiches, aber ebenfalls nur wenig angewendetes System, welches das beste ist, wenn die Treibwelle das Vier- oder Fünffache von dem Kurbelhalbmesser über der Sohle liegt, wie es z. B. in den Drehwerkstätten der Fall ist. Jedoch können wir auch dieses System nur erwähnen.

8. Die Maschinen mit senkrechtem, in den Boden eingelassenem Cylinder haben zwei Abänderungen, von denen die eine wirklich in die Sohle des Maschinengebäudes versenkt, je nachdem die Triebwelle mehr oder weniger hoch liegt. Man legt den Cylinder wohl in den Kanal der vom Kessel entweichenden glühenden Gase, um die Abkühlung des Dampfes zu vermeiden, und es sind die zu Paris angestellten Versuche dieser Art als gelungen anzusehen.

Eine andere Abänderung dieser Maschinen, sind die sogenannten Säulenmaschinen, welche wegen des wenigen Platzes, den sie einnehmen und wegen ihrer großen Eleganz, neuerlich in England und Frankreich, bei geringen Kräften häufig angewendet worden sind. (Beschreibung und Abbildung in Hartmann's Zeitung für Dampfmaschinenwesen, Bd. 1. S. 2 ꝛc.).

9. Senkrechte Maschinen nennt man diejenigen, deren senkrechter und feststehender Cylinder an einer Sohlplatte am Boden befestigt ist und die Bewegung einer hoch darüberliegenden Welle mittheilt. Sie haben ein schönes Ansehn, nehmen wenig Platz ein, können aber nur bei geringen Kräften angewendet werden. Man hat sie neuerlich mit mannigfachen Abänderungen construirt. Man unterscheidet zwei Hauptarten dieses Systems; bei dem einen befinden sich die Zapfen, um welche sich der Cylinder schwingt in der Mitte von dessen Höhe oder Länge, bei dem andern aber an dem untern Ende des Cylinders. Die erstern werden häufig, die letztern sehr selten angewendet. Die erstern schwingen entweder und gewöhnlich in einer vertikalen oder selten in einer horizontalen Ebene. Man wendet die Maschinen mit schwingenden Cylindern hauptsächlich auf Dampfschiffen und zur Bewegung von Hammer- und Walzwerken an; bei kleinern Dampfschiffen sind sie sehr gewöhnlich, da sie einfach sind und wenig Platz einnehmen. Der Atlas zu dem Hartmann'schen Dampfmaschinenwerk, Taf. 33. (Fig. 1—8.) und 34. (Fig. 1. und 2.) enthält mehrere Maschinen dieser Art abgebildet.

Tabelle

über den mittlern Verbrauch an Steinkohlen auf die Pferdekraft, zum Betriebe stehender Dampfmaschinen in Frankreich.

(A. d. Résumé des Travaux statistiques de l'Administation de Mines, en 1847.)

Departements.	Verbrauchte Steinkohlen auf die Pferdekraft und in der Stunde. Vor 1840 Maschinen. Mit Niederdruck.	Vor 1840 Maschinen. Mit Hochdruck.	Im J. 1847 Maschinen. Mit Niederdruck.	Im J. 1847 Maschinen. Mit Hochdruck.	Fundorte der Steinkohlen.	Anmerkungen.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.		
Aisne	5,00	5,00	3,90	3,90	Nord-Belgien	
Allier	4,00	5,50	4,00	5,00	Allier, Auvergne	
Niedere Alpen	(A) 6,00	,,	(A) 6,00	,,		(A) Braunkohle der niedern Alpen.
Ardèche	8,95	,,	5,50	5,50	Loire, Gard	
Ardennen	,,	4,50	,,	4,10	Belgien	
Aube	,,	6,00	,,	4,60	Epinac	
Aude	,,	,,	,,	5,00	Loire Graissessac	
Aveyron	6,00	,,	6,00	4,50	Aveyron	
Rhône-Mündungen	,,	4,00	,,	4,00	Gard	Oder 5 Kilogr. Braunkohlen des Landes.
Calvados	10,00	6,00	10,00	6,00	England, Littry	
Charente	,,	,,	5,00	,,	England	
Unt. Charente	5,00	5,00	3,00	4,50	dasselbe	
Cher	4,00	6.00	4,00	5,00	Commentry	
Côte-d'Or	4,60	6,90	4,60	5,60	Epinac	
Creuse	,,	,,	9,00	,,	Ahun	
Doubs	,,	4,50	,,	4,00	Blanzy, Épinac	
Finistere	,,	,,	,,	5,00	England	
Gard	7,50	7,75	5,30	5,00	Gard	
Obere Garonne	,,	4,00	,,	4,00	Loire, Carmeaux	
Gironde	,,	6,50	,,	6,00	England	
Hérault	6,00	6,00	5,00	4,00	dasselbe	
Indre	,,	,,	,,	5,25	Commentry	
Indre-et Loire	,,	,,	,,	4,95	Commentry, Brassac	
Jura	,,	,,	,,	4,00	Blanzy	
Loir-et Cher	,,	,,	,,	4,50	Commentry, Decize	
Loire	5,75	5,50	5,75	4,75	Loire	
(Obere) Loire	,,	,,	6,00	3,00	Brassac	
Untere Loire	5,00	6,50	3,00	4,50	England	Oder Anthracit.
Loiret	,,	,,	6,65	4,30	Mittlere Loire	
Lozère	9,10	9,60	5,80	6,00	Loire	
Maine et Loire	4,50	4,50	,,	4,00	England, Blanzy etc.	
Manche	,,	6,50	,,	6,50	England	
Marne	,,	5,50	,,	3,90	Nord-Belgien	
Marne (Obere)	,,	5,50	,,	4,80	Loire	
Mayenne	,,	5,00	,,	5,00	England	Häufig mit $^2/_3$ oder $^3/_1$ Anthracit des Landes.
Meurthe	,,	,,	,,	5,50	Saarbrücken	
Maas	,,	4,60	,,	4,40	Belgien	
Mosel	,,	8,00	5,75	6,90	Saarbrücken	
Nièvre	5,00	6,00	4,00	4,60	Commentry	
Nord-Depart.	8,00	4,25	8,00	4,00	Belgien, Nord	
Oise	,,	5,00	,,	3,90	dasselbe	
Orne	,,	6,50	,,	6.80	England	
Pas-de Calais	5,10	5,75	5,10	5,75	Belgien, Nord, England	
Puy-de Dôme	,,	6,00	,,	3,00	Brassac, St Eloy	
Oestl. Pyrenäen	,,	,,	,,	5,00	St. Gervais	
Nieder-Rhein	,,	4,30	,,	4,15	Saarbrücken	
Ober-Rhein	7,00	5,00	7,00	4,50	Loire, Ronchamp, Saarbrück.	
Rhône	5,50	4,20	5,50	4,00	Loire	
Obere Saône	,,	,,	5,50	4,30	Loire, Ronchamp	
Saône et Loire	6,00	6,00	6,00	5,50	Saône-et Loire	
Sarthe	,,	4,75	,,	4,75	England	Oder Anthracit aus dem Maine Departement.
Seine	,,	4,50	,,	4,25	Belgien, Nord	
Untere Seine	,,	5,00	3,50	5,00	Belgien, Nord, England	
Beide Sévres	,,	,,	3,50	4,50	England, Faymoreau	
Somme	,,	,,	,,	5,00	England	
Tarn	,,	2,85	,,	2,85	Carmeaux	
Var	,,	4,00	,,	4,00	Loire, Gard, England	Oder 5 Kilogr. Braunkohlen des Landes.
Vaucluse	,,	4,00	,,	4,00	Loire, Gard	
Vendée	,,	,,	3,50	4.50	England und Faymoreau	
Vienne	,,	,,	,,	4,00	Saint-Laure	
Obere Vienne	,,	,,	,,	3.75	Commentry	
Vosges	,,	5,65	,,	4,65	Ronchamp, Saarbrück.	
Yonne	,,	,,	,,	3,50	Épinac	
Durchschnitt	6,10	5,45	5,55	4,35		

Einige Versuche über die partielle und über die unvollkommene Contraction der Wasserstrahlen, im Großen.

Ausgeführt vom Prof. **J. Weisbach.**

Sehr viele Erfahrungscoefficienten der Hydraulik, welche man bei Anordnung und Berechnung von Wasserleitungen und hydraulischen Maschinen in Anwendung bringt, sind nur durch Versuche im Kleinen gewonnen worden; nun stellt sich aber in der Naturlehre und Technik nicht selten heraus, daß die Erfahrungsresultate im Großen nicht, oder wenigstens nur unvollkommen mit den Ergebnissen der Experimente im Kleinen übereinstimmen, deshalb hat denn die Wiederholung der Versuche im Großen als Prüfung der durch Experimente oder Messungen im Kleinen gewonnenen Resultate immer einen besondern Werth. Der Verfasser dieses Aufsatzes hat keine Gelegenheit verabsäumt und keine Mühe gescheut, hydraulische Versuche im Großen anzustellen, um die von ihm oder von Anderen durch Experimente im Kleinen gefundenen Ergebnisse zu prüfen, und er ist hierbei meistens auf eine für die Anwendung auf die Praxis genügende Uebereinstimmung zwischen beiden gestoßen. Leider ist es ihm aber wegen Mangel an Zeit bis jetzt noch nicht möglich gewesen, Etwas von den Ergebnissen der hydraulischen Versuche, welche er in den letzten sieben Jahren angestellt hat, zu veröffentlichen. Es werden dieselben einmal mehrere Bände einnehmen, und die bereits 1842 und 1843 bei Weidmann in Leipzig erschienenen Versuche in der Hydraulik wesentlich ergänzen. In dem vorliegenden Aufsatze theilt der Verfasser nur eine von den vielen Versuchsreihen mit, welche er im Laufe dieser Zeit im Gebiete der Hydraulik angestellt hat. Sie betrifft den Ausfluß des Wassers unter kleinem Drucke durch Mündungen und Kanäle von zwei Decimeter Weite und ein Decimeter Höhe bei partieller und bei unvollkommener Contraction.

I. Versuche über die partielle Contraction bei einer (Ponceletschen) Mündung in der dünnen Wand.

Die Mündung war in dünnem Bleche ausgeschnitten, hatte eine Weite von 0,200 Meter und eine Höhe von 0,0996 Meter, folglich den Inhalt

$$F = 0,200 . 0,0996 = 0,01992 \text{ Quadratmeter.}$$

Es wurde dieselbe wie ABC, Fig. 1, in ein Gerinne

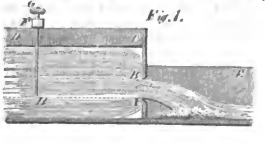


Fig. 1.

DCE von 0,363 Meter Weite eingesetzt, welches das ausgeflossene Wasser nach einem Aichgefäße von 4,91 Quadratmeter Querschnitt führte, das im Wesentlichen eine Einrichtung hatte; wie in Fig. 513, Band 1, von des Verfassers Ingenieur- und Maschinenmechanik mit abgebildet ist. Die Druckhöhe oder der Rand des Wassers vor der Mündung AB wurde an drei messingenen Zeigern, wie GH, beobachtet, die durch ein parallelepipedisches Holzstück F hindurchgingen, das ohngefähr ein Meter oberhalb der Mündung quer über das Gerinne hinweg gelegt war.

Erster Versuch. Die Mündung war frei, und es floß in einer Zeit von 90 Secunden eine Wasserschicht von 0,5013 Meter Höhe, d. i. das Wasserquantum $V = 4,91 . 0,5013 = 2,4614$ Cub. Meter in das Aichgefäß. Der Wasserspiegel stand 0,3043 Meter über der Schwelle A, folglich betrug die Druckhöhe, bis Mitte der Mündung gemessen,

$$h = 0,3043 - 0,0498 = 0,2545 \text{ Meter.}$$

Nach der Formel $V = \mu F t \sqrt{2gh}$, folgt hiernach der Ausflußcoefficient

$$\mu = \frac{V}{Ft\sqrt{2gh}} = \frac{2,4614}{0,01992 . 90\sqrt{19,62 . 0,2545}}$$
$$= \frac{2,4614}{1,7928\sqrt{4,9933}} = 0,6144.$$

Zweiter Versuch. Auch hier war die Mündung frei; es betrug aber die Druckhöhe nur

$$h = 0,2567 - 0,0498 = 0,2069 \text{ Meter.}$$

Hierbei floß in der Zeit $t = 100$ Secunden das Wasservolumen $V = 4,91 . 0,5065 = 2,4869$ Cubikmeter in das Aichgefäß. Es ist daher der entsprechende Ausflußcoefficient

$$\mu = \frac{2,4869}{1,992\sqrt{19,62 . 92069}} = 0,6197$$

Das Mittel aus beiden Ausflußcoefficienten für den freien Ausfluß ist hiernach

$$\mu = \frac{0,6144 + 0,6197}{2} = 0,617.$$



Fig. 2.

Dritter Versuch. Die untere Kante A war, wie Fig. 2 zeigt, mit einem Brette K eingefaßt, es war also die Contraction an dieser Kante aufgehoben, und daher nur an $^2/_3$ des Mündungsumfanges Contraction vorhanden. Es floß hier in der Zeit $t = 90$ Secunden, das Wasserquantum

$$V = 4{,}91 \ . \ 0{,}5263 = 2{,}5841 \text{ Cubikmeter}$$

durch, bei der Druckhöhe

$$h = 0{,}3024 - 0{,}0498 = 0{,}2526 \text{ Meter.}$$

Hieraus ergibt sich der Ausflußcoefficient

$$\mu = \frac{2{,}5841}{1{,}7928 \sqrt{19{,}62 \ . \ 0{,}2526}} = 0{,}6460.$$

Vierter Versuch. Die Einfassung war die vorige, aber die Druckhöhe nur

$$h = 0{,}2470 - 0{,}0498 = 0{,}1972 \text{ Meter.}$$

In der Zeit $t = 100$ Sec. floß hierbei das Wasserquantum

$$V = 4{,}91 \ . \ 0{,}5220 = 2{,}5630 \text{ C. Meter durch.}$$

Der entsprechende Ausflußcoefficient ist

$$\mu = \frac{2{,}5630}{1{,}992 \sqrt{19{,}62 \ . \ 0{,}1972}} = 0{,}6541;$$ und daher das Mittel aus beiden Ausflußcoefficienten für die partielle Contraction $\frac{n}{p} = \frac{1}{3}$

$$\mu_{\frac{n}{p}} = \mu_{\frac{1}{3}} = 0{,}650.$$

Fünfter Versuch. Die Mündung war durch ein Brett unten und durch ein anderes an einer Seite eingefaßt, also die Contraction nur noch an der Hälfte des Mündungsumfanges. Das Wasservolumen, welches hier in der Zeit $t = 90$ Secunden durchfloß, betrug

$$V = 4{,}91 \ . \ 0{,}5481 = 2{,}6912 \text{ Cub. Meter,}$$

während die Druckhöhe

$$h = 0{,}3101 - 0{,}0498 = 0{,}2603 \text{ Meter maaß.}$$

Der Ausflußcoefficient berechnet sich hiernach

$$\mu = 0{,}6643.$$

Sechster Versuch. Bei der vorigen Einfassung der Mündung war die Druckhöhe nur

$$h = 0{,}2583 - 0{,}0498 = 0{,}2085 \text{ Meter,}$$

und es betrug das in der Zeit $t = 100$ Sec. abgeflossene Wasservolumen

$$V = 4{,}91 \ . \ 0{,}5378 = 2{,}6406 \text{ C. Meter.}$$

Der entsprechende Ausflußcoefficient ist $\mu = 0{,}6554$; daher der Mittelwerth für den Ausflußcoefficienten bei $\frac{n}{p} = \frac{1}{2}$ Einfassung,

$$\mu_{\frac{n}{p}} = \mu_{1/2} = 0{,}660.$$

Siebenter Versuch. Die Mündung ist an drei Seiten mit Brettern eingefaßt, so daß die Contraction in $\frac{n}{p} = \frac{2}{3}$ des Umfanges der Mündung aufgehoben wird. In der Zeit $t = 90$ Secunden floß bei der Druckhöhe

$$h = 0{,}3063 - 0{,}0498 = 0{,}2565 \text{ Meter}$$

das Wasservolumen

$$V = 4{,}91 \ . \ 0{,}5651 = 2{,}7746 \text{ C. Meter}$$

durch; hiernach stellt sich der Ausflußcoefficient $\mu = 0{,}6899$ heraus.

Achter Versuch. Die Einfassung war dieselbe, die Druckhöhe betrug aber nur

$$h = 0{,}2606 - 0{,}0498 = 0{,}2108 \text{ Meter,}$$

und das in der Zeit $t = 100$ Sec. ausgeflossene Wasservolumen war

$$V = 4{,}91 \ . \ 0{,}5558 = 2{,}7290 \text{ C. Meter.}$$

Der entsprechende Ausflußcoefficient ist $\mu = 0{,}6737$; und daher im Mittel für $\frac{n}{p} = {}^2/_3$,

$$\mu_{\frac{n}{p}} = \mu_{2/3} = 0{,}682.$$

Der Ausflußcoefficient $\mu = 0{,}617$, welcher die ersten beiden Versuche für die vollständige Contraction geben, stimmt mit den Versuchen von Poncelet und Lebros sehr gut überein, es ist nämlich nach Diesen für eine Mündung von 0,2 Meter Weite und 0,1 Meter Höhe bei 0,2 Meter Druckhöhe $\mu = 0{,}615$ (s. des Verfassers Ingenieur- und Maschinenmechanik, Bd. 1, S. 409.).

Nach den vorstehenden Versuchen haben wir

$$\mu_0 = 0{,}617,$$
$$\mu_{1/3} = 0{,}650,$$
$$\mu_{1/2} = 0{,}660, \text{ und}$$
$$\mu_{2/3} = 0{,}682;$$ setzen wir aber allgemein

$$\mu_{\frac{n}{p}} = \mu_0 \left(1 + k \ . \ \frac{n}{p}\right),$$ so erhalten wir hiernach für den Coefficienten k die Werthe

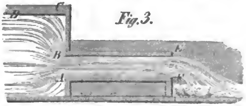
$$k = \frac{p}{n}\left(\frac{\mu_{\frac{n}{p}}}{\mu_0} - 1\right) = 3 \ . \left(\frac{650}{617} - 1\right)$$
$$= \frac{99}{617} = 0{,}160;$$
$$2\left(\frac{660}{617} - 1\right) = \frac{66}{617} = 0{,}140, \text{ und}$$
$$\frac{3}{2}\left(\frac{682}{617} - 1\right) = \frac{97}{617} = 158, \text{ daher im Mitte}$$
$$k = 0{,}153; \text{ und}$$
$$\mu_{\frac{n}{p}} = \mu_0 \left(1 + 0{,}153 \ . \ \frac{n}{p}\right).$$

Nach den Versuchen, welche Bidone mit quadratischen Ausflußmündungen von circa 1 Quadratzoll angestellt hat, ist $k = 0{,}152$, und nach denen des Verfassers mit rectangulären Mündungen von circa 2 Quadratzoll Querschnitt ist $k = 0{,}134$; es findet daher eine recht gute Uebereinstimmung zwischen diesen Versuchen im Großen und den bekannten Versuchen im Kleinen statt (s. §. 319, Bd. 1 von des Verfassers Ingenieur- und Maschinenmechanik.).

II. Versuche über den Ausfluß durch Lutten oder parallelepipedische Kanäle aus Brettern.

Um den Ausfluß des Wassers durch kurze Ansatzröhröhren im Großen zu wiederholen, wurde ein kurzer, aus

vier, inwendig eben und glatt abgehobelten Brettern zusammengesetzter Lutten ABEF, Fig. 3, angewendet, dessen, dem Wasser zugekehrte Stirnfläche AB mit Zinkblech belegt war. Dieser parallelepipedische Kanal wurde so in das Gerinne DE gelegt und an eine verticale Scheidewand AC in demselben angeschlossen, wie aus Fig. 3 ebenfalls zu ersehen ist. Die Länge BE dieses Kanales betrug 0,570 Meter, die lichte Weite desselben (in der Ausmündung EF gemessen) 0,2036 Meter, und die Höhe 0,1032 Meter, folglich der Querschnitt derselben F = 0,2036, 0,1032 = 0,02101 □ Meter.


Fig. 3.

Erster Versuch. In der Zeit t = 70 Secunden floß unter der Druckhöhe

h = 0,288 — 0,052 = 0,236 Meter eine Wasserschicht von 0,510 Meter Höhe und von dem Inhalte V = 4,91 . 0,510 = 2,5041 Cub. Meter ab.

Nach der Formel $V = \mu Ft\sqrt{2gh}$, folgt hiernach der entsprechende Ausflußcoefficient

$$\mu = \frac{V}{Ft\sqrt{2gh}} = \frac{2{,}5041}{0{,}02101 \,.\, 70\sqrt{19{,}62 \,.\, 0{,}236}} = 0{,}7913$$

Zweiter Versuch. In der Zeit t = 70 Secunden, floß unter der Druckhöhe h = 0,340 — 0,052 = 0,288 Meter die Wassermenge V = 4,91 . 0,5685 = 2,7913 Cub. Met. aus, es ist ist demnach der entsprechende Ausflußcoefficient $\mu = \frac{2{,}7913}{1{,}4707\sqrt{19{,}62 \,.\, 0{,}288}} = 0{,}7985$

Dritter Versuch. Die Ausflußzeit t = 60 Secunden gab bei der Druckhöhe h = 0.337 Meter, die Wassermenge V = 4,91 . 0,5267 = 2,5867 Cub. Met. und daher den Ausflußcoefficienten μ = 0,7979.

Das Mittel aus diesen drei Ausflußcoefficienten ist μ = 0,796. Die Versuche im Kleinen geben μ = 0,815. Die kleine Differenz 0,021 hat ihren Grund großentheils darin, daß die Länge des Luttens gegen die mittlere Weite und also auch die Reibung des Wassers an den Wänden größer als gewöhnlich war.

Vierter Versuch Der volle Ausfluß des Luttens konnte nur durch vorausgegangenes Zuhalten der Ausmündung erlangt werden; unterließ man aber dies, so floß das Wasser frei durch den Lutten, d. h. ohne sich an denselben anzulegen, und es ergab sich natürlich eine größere Ausflußgeschwindigkeit und eine kleinere Ausflußmenge. Während der Zeit t = 100 Secunden floß unter der Druckhöhe h = 0,243 Secunden des Wasserquantum

V = 4,91 . 0,5487 = 2,6941 Cub. Met. aus, wonach der Ausflußcoefficient μ = 0,605 folgt.

Wir haben oben für den Ausfluß durch die rectanguläre Mündung in der dünnen Wand μ = 0,617, also wenig mehr gefunden.

Fünfter Versuch. Die Einmündung des Luttens war auf eine Länge von 8 Centimeter nach außen so abgeschrägt, daß sie die Weite 0,23 und die Höhe 0,13, also den Inhalt 0,23 . 0,13 = 0,03 □ Meter erhielt. Der Ausflußzeit t = 60 Secunden und der Druckhöhe h = 0,231 Meter, entsprach die Ausflußmenge V = 491 . 0,517 = 2,5385 Cub. Meter, und daher der Ausflußcoefficient μ = 0,9459.

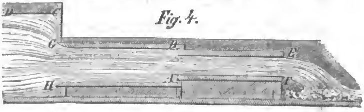
Sechster Versuch. Der vorige Apparat gab bei der Druckhöhe h = 0,281 Meter Zeit t = 60 Secunden die Wassermenge V = 4,91 . 0,5658 = 2,7781 Cubik Meter, und daher den Ausflußcoefficienten μ = 0,9386.

Siebenter Versuch. Derselbe Apparat führte bei der Druckhöhe h = 0,331 Meter, und Ausflußzeit t = 50 Secunden auf die Wassermenge V = 491 . 0,5172 = 2,5394 Cent. Meter, und den Ausflußcoefficienten μ = 0,9486. Das Mittel aus den zuletzt gefundenen Werthen ist der Ausflußcoefficient μ = 0, 944.

Kleine Metallröhren liefern bei der sorgfältigsten Abschrägung oder trichterförmigen Einmündung μ = 0,96 bis 0,97, die bei unseren Lutten die Abschrägungsflächen die Holzfasern schief durchschneiden, so fielen dieselben nicht vollkommen glatt aus und es ist daher die mäßige Abweichung von 2 Procent ganz erklärlich.

III. Versuche über die unvollkommene Contraction beim Durchgange des Wassers durch einen zusammengesetzten Luttenapparat.

Zur Ausführung dieser Versuche bediente man sich einer Verbindung des oben beschriebenen engeren Luttens ABEF mit einem weiteren ABGH Fig. 4. Die Länge


Fig. 4.

des größeren Luttens betrug 0,85 Meter, die Weite 0,28 Meter, und die Höhe 0,19 Meter, folglich war der Querschnitt derselben F = 0,28 . 0,19 = 0,0532 Quadratmeter, d. i. $2^1/_2$mal so groß als der des kleinen Luttens. Die Einmündung GH des größern Luttens war abgeschrägt, um die Contraction des eintretenden Wasserstromes aufzuheben, und in die Ausmündung desselben wurde zu nächst die noch mit einer blechernen Stirn versehene Einmündung

des kleinen Luttens eingesetzt, wie aus Fig. 4 zu ersehen ist. Mit dem so zusammengesetzten Röhrenapparate sind nun folgende Versuche gemacht worden.

Erster Versuch. Die Ausflußzeit t betrug 70 Secunden, die Druckhöhe bis Mitte der Ausmündung gewesen, h = 0,216 Meter, und das Wasserquantum V = 4,91 . 0,5083 = 2,4957 □ Meter, folglich ist der entsprechende Ausflußcoefficient

$$\mu = \frac{2{,}4957}{70 \,.\, 0{,}02101\sqrt{19{,}62 \,.\, 0{,}216}} = 0{,}8244$$

Zweiter Versuch. Hier war t = 70 Secunden, h = 0,263 Meter und V = 4,91 . 0,5713 = 2,8051 Cub. Meter, folglich $\mu = 0{,}8397$.

Dritter Versuch. Es wurde für t = 60 Secunden und h = 0,3147 Meter, V = 4,91 . 0,538 = 2,6416 Cub. Meter gefunden, und hieraus $\mu = 0{,}8434$ berechnet.

Aus diesen drei Versuchen stellt sich der mittlere Ausflußcoefficient

$$\mu = \frac{0{,}8244 + 0{,}8397 + 0{,}8434}{2} = 0{,}836 \text{ heraus}$$

Beim Ausfluß des Wassers durch die engeren Kanale allein, wo also das Wasser vollkommen contrahirt in diesen eintrat, wurde aber $\mu = 0{,}796$ gefunden, folglich haben wir in Folge der unvollkommenen Contraction des Wasserstromes beim Austritte aus den weiteren und Eintritte in den engeren Kanal mindestens einen um 0,836 — 0,796 = 0,04 größeren Ausflußcoefficienten.

Wegen der trichterförmigen Einmündung des großen Lutten können wir für denselben wie für den kleinen mit ebenfalls abgeschrägter Einmündung der Ausflußcoefficienten $\mu = 0{,}944$, und daher den entsprechenden Widerstandscoefficienten $\zeta = \frac{1}{\mu^2} - 1 = 0{,}121$ setzen. Nun ist aber der Querschnitt des weiteren Kanales $F_1 = \frac{0{,}0532}{0{,}02101} = 253$ mal so groß als der Querschnitt F des engern Kanales; daher fließt das Wasser in demselben mit einer Geschwindigkeit $v_1 = \frac{Fv}{F_1} = \frac{v}{2{,}53} = 0{,}395$ der des Wassers in dem engeren Lutten, und es beträgt folglich bei dem Ausflusse durch den nach Fig. 4 zusammengesetzten Apparate der Wiederstandscoefficient für den Durchgang durch den weiteren Lutten

$\zeta_r = \left(\frac{v_1}{v}\right)^2 \zeta = (0{,}395)^2 \,.\, 0{,}121 = 0{,}019$. Da dem gefundenen Ausflußcoefficienten $\mu = 0{,}836$ der Widerstandscoefficient $\left(\frac{1}{0{,}836}\right)^2 - 1 = 0{,}431$ entspricht, so können wir folglich denselben für den kürzeren Lutten allein = 0,431 — 0,019 = 0,412 und daher den Ausflußcoefficienten $\mu_1 = \frac{1}{\sqrt{1{,}412}} = 0{,}842$ setzen.

Durch Vergleichung mit dem Coefficienten $\mu = 0{,}796$ für die vollkommene Contraction bekommen wir nun das Verhältniß

$$\frac{\mu_1 - \mu}{\mu} = \frac{0{,}842 - 07{,}96}{0{,}796} = \frac{46}{776} = 0{,}0572.$$

Nach der in der Ingenieur- und Maschinenmechanik, Bd. I. Seite 427 mitgetheilten, und aus Versuchen im Kleinen berechneten Tabelle ist für das Querschnittsverhältniß $\frac{F}{F} = 0{,}4$, $\frac{\mu_1 - \mu}{\mu} = 0{,}060$; es findet also hiernach die beste Uebereinstimmung zwischen den Versuchen im Großen und Kleinen statt.

IV. Versuche über die unvollkommene Contraction des Wassers beim Durchgange des Wassers durch die Poneeltschen Mündungen.

Zu diesen Versuchen wurde nur der weitere Lutten ABGH Fig. 5 gebraucht; in die Ausmündung AB dessel-

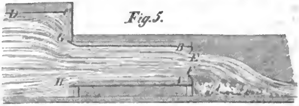


Fig. 5.

ben setzte man aber in Blech ausgeschnittene Mundstücke von 2 Decimeter Weite ein, um eine unvollkommene Contraction des durchfließenden Wasserstromes hervorzubringen. Mit diesem Apparate wurden folgende Versuche abgeführt.

A. Versuche mit der rectangulären Mündung Nr. I. von 0,2 Meter Breite und 0,0496 Meter Höhe, also dem Inhalte F = 0,2 . 0,0496 = 0,00992 □ Meter. Der Querschnitt des Luttens ist F_1 = 0,0532 □ Meter; folglich das Querschnittsverhältniß $\frac{F}{F_1} = \frac{0{,}00992}{0{,}0532} = 0{,}186$; der Widerstandscoefficient für den großen Lutten ist aber nach dem Obigen $\zeta = 0{,}121$; daher für diesen Apparat nur

$$\left(\frac{F}{F_1}\right)^2 \varrho_r = (0{,}186)^2 \,.\, 0{,}121 = 0{,}0043.$$

Erster Versuch. In der Zeit t = 180 Secunden floß unter der Druckhöhe h = 0,2161 Meter die Wassermenge V = 4,91 . 0,4700 = 2,3077 Cub. Meter aus. Der Ausflußcoefficient ist hiernach $\mu = 0{,}6277$.

Zweiter Versuch. In der Zeit t = 180 Secunden strömte unter der Druckhöhe h = 0,2674 Meter die Wassermenge V = 4,91 . 0,5233 = 2,5694 Cub. Meter durch, und es ergibt sich hieraus der Ausflußcoefficient $\mu = 0{,}6281$.

Dritter Versuch. Es war wieder $t = 180$ Sec., aber $h = 0{,}3094$ und $V = 4{,}91 .\ 0{,}5610 = 2{,}754$ C. M; daher $\mu = 0{,}6261$.

Das Mittel aus diesen drei Ausflußcoefficienten ist $\mu = 0{,}627$; wegen des Widerstandes im Lutten steigert sich derselbe nur auf

$$\mu_{,} = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{\mu^2} - 0{,}0043}} = 0{,}628.$$

B) **Versuche mit der rectangulären Mündung Nr. II**, von 0,2 Meter Breite und 0,07425 Meter Höhe, also dem Inhalte:

$$F = 0{,}2 .\ 0{,}07425 = 0{,}01485 \text{ Quadratmeter.}$$

Es ist hier $\frac{F}{F} = \frac{1485}{5320} = 0{,}279$, daher der dem Lutten entsprechende Widerstandscoefficient $\left(\frac{F}{F_1}\right)^2 \zeta = (0{,}279)^2 .\ 121 = 0{,}0107$.

Erster Versuch. In der Zeit $t = 130$ Sec. strömte unter der Druckhöhe $h = 0{,}1741$ Meter die Wassermenge $V = 4{,}91 .\ 0{,}4632 = 2{,}2743$ Cubikmeter Wasser aus, woraus sich der Ausflußcoefficient $\mu = 0{,}6384$ ergibt.

Zweiter Versuch. Für $t = 130$ Sec., und $h = 0{,}2260$ Met., war $V = 4{,}91 .\ 0{,}5270 = 2{,}5876$ Cub. Met., daher $\mu = 0{,}6370$.

Dritter Versuch. Für $t = 125$ Sec., und $h = 0{,}2853$ Met., fand man $V = 4{,}91 .\ 0{,}5702 = 2{,}7997$ Cub. Meter folglich $\mu = 0{,}6398$.

Das Mittel aus diesen drei Coefficienten ist $\mu = 0{,}639$; nach Abzug des Luttenwiderstandes ist aber für die Mündung allein

$$\mu_1 = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{0{,}639^2} - 0{,}0107}} = 0{,}641.$$

C) **Versuche mit der rectangulären Mündung Nr. III**, von 0,2 Meter Breite und 0,0993 Meter Höhe, als von dem Inhalte

$$F = 0{,}2 .\ 0{,}0993 = 0{,}01986 \text{ Quadratmeter.}$$

Es ist hier $\frac{F}{F_1} = \frac{1986}{5320} = 0{,}373$, daher der dem Lutten entsprechende Widerstandscoefficient

$$\left(\frac{F}{F_1}\right) \zeta = (0{,}373)^2 .\ 0{,}121 = 0{,}0169.$$

Erster Versuch. Für $t = 100$ Sec., und $h = 0{,}1894$, war $V = 4{,}91 .\ 0{,}5178 = 2{,}5424$ C. M., daher $\mu = 0{,}6651$.

Zweiter Versuch. Es war wieder $t = 100$ Sec., dagegen $h = 0{,}2490$ Met., und $V = 4{,}91 .\ 0{,}5793 = 2{,}8444$ C. M., so daß $\mu = 0{,}6490$ folgt.

Dritter Versuch. In der Zeit $t = 90$ Sec., und bei der Druckhöhe $h = 0{,}2959$ Met., flossen $V = 4{,}91 .\ 0{,}5704 = 2{,}8006$ C. Meter aus, wonach $\mu = 0{,}6513$ ist.

Das Mittel aus den drei letzten Versuchen ist $\mu = 0{,}655$, und steigert sich nach Abzug des Widerstandes in dem Lutten auf

$$\mu_1 = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{0{,}655^2} - 0{,}0169}} = 0{,}658.$$

D) **Versuche mit der rectangulären Mündung Nr. IV**, von 0,2 Meter Breite und 0,1248 Meter Höhe, deren Inhalt also $F = 0{,}2 .\ 0{,}1248 = 0{,}02496$ Q. Meter ist.

Es ist hier $\frac{F}{F_1} = \frac{2496}{5320} = 0{,}469$, und daher der Widerstandscoefficient für den Lutten.

$$\left(\frac{F}{F_1}\right)^2 \zeta = (0{,}469)^2 .\ 0{,}121 = 0{,}0266.$$

Erster Versuch. In der Zeit $t = 80$ Sec., floß unter der Druckhöhe $h = 0{,}200$ die Wassermenge $V = 4{,}91 .\ 0{,}5395 = 2{,}6489$ C. M. ab, wonach sich $\mu = 0{,}6707$ herausstellt.

Zweiter Versuch. Für $t = 80$ Sec., und $h = 0{,}2518$ Met., war $V = 4{,}91 .\ 0{,}5983 = 3{,}9376$ Cub Met., und hiernach ist $\mu = 0{,}6629$.

Dritter Versuch. Es war $t = 70$ Sec., $h = 0{,}3096$ Sec. und $V = 4{,}91 .\ 0{,}5800 = 2{,}8478$ Cub. Meter; folglich $\mu = 0{,}6623$.

Das Mittel aus den drei letzten Versuchswerthen ist $\mu = 0{,}665$, und steigt wegen des Luttenwiderstandes auf

$$\mu_1 = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{0{,}665^2} - 0{,}0266}} = 0{,}669.$$

Aus den Ergebnissen der letzten Versuche läßt sich folgende Tabelle berechnen.

Querschnittsverhältniß $\frac{F}{F_1}$	0,186	0,279	0,373	0,469
Entsprechender Ausflußcoefficient μ.	0,628	0,641	0,658	0,669
Ausflußcoefficienten nach Poncelet μ.	0,630	0,622	0,615	0,610
Differenzen $\mu_1 - \mu$.	0,002	0,019	0,043	0,059
Verhältnisse $\frac{\mu_1 - \mu}{\mu}$	0,003	0,031	0,070	0,097

Diese Verhältnisse sind nicht ganz unbeträchtlich kleiner als diejenigen, welche der Verfasser mit kleinen Mündungen und bei größeren Geschwindigkeiten oder Druckhöhen beobachtet hat. Nach der zweiten Tabelle in §. 320, Bd. 1, von der Ingenieur- und Maschinenmechanik sind die

Verhältnisse $\frac{\mu_1 - \mu}{\mu}$ =	0,038	0,064	0,095	0,137

Ueber Rost- und Kaminconstructionen.

Vom

Herrn Civil-Ingenieur Dr. **A. Hellmann,** zu Gotha.

Hierzu Fig. 13 auf Taf. 23.

In Deutschland, Frankreich und England werden zu dem Betriebe der Feuerungen im Großen meistens Steinkohlen verwendet, die überall gleichen Zug, ja bei ihrer oft harten Textur einer großen Hitze des Verbrennungsraumes selbst bedürfen, um sich vollkommen zersetzen zu können. Die Temperatur im Verbrennungsraume hängt theils von der Menge des Brennmaterials ab, welche er aufzunehmen bestimmt ist, theils aber und hauptsächlich von der Menge Luft, welche zum Brennmateriale strömt, und die sowohl die Rostfläche, als das Kamin bestimmt. In der Umgegend von Paris sieht man in den Werken, die ihre Feuerungen nach dem Muster der Engländer einrichten, daß das Brennmaterial im Allgemeinen besser brennt, als auf den entsprechenden deutschen Werken, welche gewöhnlich unförmliche Kamine von großem Durchmesser haben. Der Zug der Feuer ist in den meisten Feuerstätten schlecht; besonders bei der Anwendung von Stein- oder Braunkohlen, weshalb man auch in vielen Gegenden einen Widerwillen vor der Anwendung dieser mineralischen Brennmaterialien findet, während zumal die Steinkohle ohnstreitig den besten und wohlfeilsten Heizstoff für die meisten Zweige der Industrie abgiebt. Es ist ganz unnöthig, hier über die Vorzüge der Anwendung von Steinkohlen zu sprechen; alle Diejenigen, welche sie ein Mal gebrauchen, sind mit mir sicherlich einverstanden, haben freilich die Steinkohlenfeuer keinen Zug, so brennen sie allerdings schlecht, verstopfen mit dem überall sich absetzenden Ruſse, die Kaminzüge, und zeigen eine düstre, rothe Flamme, während sie hellleuchtend sein sollte.

Wodurch ist diesem Uebel abzuhelfen? — durch zweckmäßige Construction der Roste und der Kamine. — Dem Roste giebt man gewöhnlich zu breite Roststäbe, die eine möglichst vielfache Berührung des Brennmaterials mit der Luft nicht gestatten; die Hitze concentrirt sich dann auf den Roststäben, wodurch diese ungeachtet ihrer Dicke sehr leicht verbrennen, d. h. in der Mitte ihre horizontale Fläche verlieren und abschmelzen oder sich oxydiren. Sie müssen dann umgewechselt werden, wenn sie nicht auch einen bedeutenden Brennmaterialverlust mit sich führen sollen. Statt dieser breiten Roststäbe sind enge, ganz schmale, kaum 1 Zoll breite, bei Weitem vorzuziehen; sie haben besonders den Vortheil, daß sie das Brennmaterial in möglichst vielseitige Luftberührung bringen, wobei dasselbe zu „Schlacke" brennt und ein Durchfallen seiner Kohlentheilchen vermieden wird. Die Einrichtung erheischt aber auch die Vorsicht, daß der Rost häufig von Schlacke gereinigt werden muß, und daß die Roststäbe selbst an den Enden Spielraum genug zur Ausdehnung in der Hitze erhalten. Der größeren Dauer halber mache man die Rippen derselben s e h r h o c h, so das der Schwerpunkt der Roststäbe in diese fällt, durch die Höhe derselben wird die einstreichende Luft erhitzt, und dadurch vielleicht auch zu einer schöneren Flamme beigetragen. Was nun die Rostlücke selbst betrifft, so mache man diese so dick, als der Roststab selbst ist. Die Rostfläche zerfällt mithin ihrer Hälfte nach in die Rostlückenfläche, und in die massive, welche zum Tragen des Brennmaterials bestimmt ist. In der Asche, welche bei Anwendung eines solchen schmalen Rostes fällt, findet man sehr wenige brennbare Theile, einige Kohlensplitter, die als Verlust bei einer Feuerung kaum der Rede werth sind. Bei einem gewöhnlichen Rostfeuer mit breiten Roststäben beträgt der Verlust an gutem Brennmateriale nach Versuchen, welche ich im Großen anstellte, $2^0/_0$ und mehr. Die Saarbrücker Steinkohlen geben im Durchschnitte im Aschenfalle $13^0/_0$ Asche, welche Zahl ich als Mittel von 20 Versuchen, die ich bei Feuerungen anstellte, von denen jede 20 Centner Steinkohlen in 24 Stunden verbrennt, erhielt. — Bei schmalen Roststäben dagegen wurden die $2^0/_0$ verloren gehenden Brennmateriales durch ein entsprechendes Quantum Asche ersetzt. Benutzt man auch dies Brennmaterial gereinigt von Steinen, so ist dazu doch wieder Handarbeit erforderlich, wodurch eine Vertheuerung entsteht, die aber bei schmalen Roststäben vermieden wird. Die Rostfläche selbst kann bei weitem kleiner sein, als bei breiten Roststäben, indem das Brennmaterial in viel kürzerer Zeit abbrennt, als bei diesen. Man

macht diese dünnen, schmalen Stäbe 2 Fuß lang, und legt, wenn das Feuer groß sein muß, zwei Rostlängen hinter einander. — Uebersteigt die Breite der Rostfläche 2 Fuß, so thut man besser, ein zweites Feuer oder eine zweite entsprechende Rostfläche zu construiren, indem zu breite Feuer im Allgemeinen nicht die Wirkung einer so vollkommenen Verbrennung zeigen, wie schmale, bei denen die Flamme mehr zusammengehalten wird. Die Gase verbrennen in solchen Fällen besser und leichter, indem sie sich besser entzünden können, als in einem breiten Feuerraume, der somit nothwendiger Weise eine niedrigere Temperatur besitzen muß. Die Construction des Rostes bestehe in schmalen und hohen Roststäben, wie es Figur 13, Taf. 23 zeigt. —

Was nun den Essenbau anbetrifft, so kann der Englische im Allgemeinen als Muster dienen. Er ist durch die Leichtigkeit und Schönheit seiner Form, wie durch den starken Zug, den er hervorbringt, ausgezeichnet. Die Kamine der Engländer ragen wie schlanke dünne Säulen in die Luft; sie sind achteckig gebauet und haben vom Sockel aus einen Anlauf nach oben, was aber doch nur außen der Fall ist; denn im Innern sind die Wände vollkommen parallel und der ganze Kanal ist cylindrisch, bis etwa 3 Fuß unterhalb der Spitze oder des **Kopfes**, wo er sich plötzlich um mehrere Zoll verengert, wodurch der Weggang der Rauchsäule erleichtert wird. Es scheint, daß dadurch das Kamin wärmer erhalten wird, daß wenigstens die äußere Luft nicht so leicht erkältend nach Innen einwirkt. — Will man einen solchen Kamin bauen, so läßt man den Sockel viereckig bis dahin aufmauern, wo er aus dem Gebäude ins Freie tritt; dort läßt man, um der Form Nettigkeit zu geben, ein kleines Gesimse vorspringen und lege dann oberhalb desselben, die achteckige Form an. Um dies zu können muß, so hoch das Kamin auch werden soll, ein Gerüst aufgeführt werden, welchem man möglichst viel Festigkeit geben muß. Man läßt zu dem Behuf die sogen. Etagen des Gerüstes so lange stehen, als der Bau dauert und das Kamin noch nicht gänzlich vollendet ist. Eine angefertigte Schablone, welche den Durchschnitt des Kamin's in der Höhe genau angiebt, befestigt man nun genau senkrecht über dem Sockel, zieht dann Schnuren von den Ecken derselben herab, so daß die ganze Form des Kamins durch die angespannten Schnuren oder dünnen Taue angezeigt wird. Ein geschickter Maurer wird, wenn auch der Wind ein Schwanken des Gerüstes verursacht, wodurch dann auch die Schablone mit den Schnuren bewegt wird, die Kanten des Kamins dennoch immer gerade mauern. Hat der Sockel eines Kamins 3 Fuß, so kann der Gipfel, je nach der Höhe, recht gut bis $1^1/_2$ Fuß auslaufen, wodurch der Bau ungemein an Festigkeit gewinnt; kein Wind ist dann im Stande, ihn umzustoßen. Den mit einem Gesimse versehenen Kopf des Kamines mauert man am besten aus einem einzigen Sandsteine, welcher die Bausteine noch zusammenhält. — Den Durchschnitt des Kamines bestimmt man nach der Größe der Rostfläche; in Deutschland beträgt er meist die Hälfte derselben, was aber noch zu groß ist. Man kann füglich bis auf $^1/_4$ herabgehen, wobei das Kamin stets heiß erhalten wird, und eine energische Verbrennung der Steinkohlen Statt findet. Ist der Kamindurchschnitt zu groß, so wirkt die Sonne, wie der Wind, schädlich auf den Zug des Feuers; was ebenfalls Statt findet, wenn mehrere Feuer in einen einzigen Kamin münden. Man mag die Züge noch so sorgfältig construiren, stets wird es geschehen, daß **ein** Feuer, nämlich das, welches dem Kamine am nächsten liegt, besser zieht als jene. Bei jeder Veränderung des Wetters und Windes rauchen dann die Feuer, was in hohem Grade unerträglich wird, wenn der Wind der Richtung gerade entgegenkommt, in welcher der Rauch in den Kamin zieht. Ich rathe daher Allen, die in dem Falle sind, Feuerungen zu bauen, nur Ein Feuer in Einen Kamin zu leiten, und wenn man mehrere Feuer unterhält, für jedes einen besondern Kamin anzulegen und diesem einen möglichst kleinen Querschnitt zu geben.

Verbesserte Träger für Brücken und dergleichen.

Von

John Gardner, Ingenieur von Wokingham.

Hierzu Fig. 14 bis 20 auf Taf. 23.

bestehen der Hauptsache nach aus Verbindungen von Guß- und Schmiedeeisen. Fig. 14 zeigt die Seitenansicht, Fig. 15 die untere Ansicht eines solchen Trägers; Fig. 16 ist ein Durchschnitt nach der Linie A B, Fig. 17 ein solcher nach der Linie C D in Fig. 14. a ist der gußeiserne Träger; b b seine Bodenflanschen; c c sind zwei in dieselben eingelassenen schmiedeeisernen Stangen, welche in kleinen Abständen und in der Mitte jeder Flansche schwalbenschwanzartig nach beiden Seiten hin sich erweitern. Diese Stangen werden, nachdem sie zur gehörigen Form ausgewalzt und durch Erhitzen in einem Ofen oder sonst wie von dem anhängenden Oxyde gehörig gereinigt worden sind, gleich beim Gießen der Träger in dieselben eingelegt.

Fig. 18 ist ein gußeiserner Träger d, dessen Trag-

kraft durch eine Bodenflansche desselben bildende gewalzte Schiene e vermehrt wird. Die auf der obern Seite dieser Schiene hinlaufende Mittelrippe ist im Querschnitt schwalbenschwanzförmig und der Länge nach undulirt.

Fig. 19 und 20 endlich zeigt, wie diese Vermischung von Guß- und Schmiedeeisen auch auf Eisenbahnschienen mit Stühlchen, wo diese ein großes Gewicht besitzen, sich anwenden lasse. c c sind die gußeisernen, w w die Theile aus Walzeisen.

(Civil Eng. and Arch. Journ. 1849. Aug. p. 250; hier aus dem polyt. Centralbl., 1849, Nr. 23.)

Der schmiedeeiserne Brückenträger.

Von

Fox, Henderson u. Comp. bei Birmingham.

Hierzu Fig. 21 auf Taf. 23.

Schmiedeeiserne Brückenbalken nach Art des in Fig. 21 abgebildeten, werden in dem angeführten Etablissement unter Leitung von Joseph Locke für 120—130′ Spannweite hergestellt. Diese Balken bestehen aus einem oberhalb gelegenen Bogen, welcher aus Kesselblech und Winkeleisen so zusammengenietet ist, daß er einen hohlen Körper bildet, welcher durch angesetzte Bolzen vor Einbiegung der Kesselbleche bewahrt wird. Dieser Bogen ist durch vertikale Spannfedern und schiefe schmiedeeiserne Schienen mit den untern Schmiedeeisernen Tragbalken verbunden. Die größte Höhe in der Mitte beträgt bei dem abgebildeten Tragbalken 8′ 8″ und bei einem angestellten Versuche betrug die größte Einbiegung $^1/_{16}$″ bei $34^1/_4$ Tonnen,

$^5/_8$	„	$68^1/_2$	„
$1^5/_{16}$	„	$102^3/_4$	„
$2^1/_8$	„	137	„
$2^3/_4$	„	$171^1/_4$	„
$3^5/_{16}$	„	$205^1/_4$	„
$3^{11}/_{16}$	„	240	„

Diese Belastung von 240 Tonnen war doppelt so groß, als die größte, welche im ungünstigsten Verhältnisse der Balken erfahren kann.

(Mechanic's Magaz. 1848. Sept. p. 285; hier a. d. politechn. Centralbl. 1849. Nr. 23.)

Doppelte Sicherheitspfeife für Dampfkessel.

Hierzu Fig. 22 auf Taf. 23.

Diese Pfeife soll Lärm machen, sobald das Wasser durch Zufall oder aus Unachtsamkeit des Heizers auf den Wasserstandszeiger zu tief sinkt, ruft aber auch zur Achtsamkeit auf, sobald das Wasser zu hoch steigt. Von dem gewöhnlichen Schwimmer mit Zeiger und ähnlichen Apparaten unterscheidet sich der hier zu beschreibende sehr vortheilhaft dadurch, daß auf sehr einfache Weise das Auszischen des Dampfes durch die Stopfbüchse des Drahtes, welcher mit dem Schwimmer verbunden ist, vermieden wird.

Der in der beigegebenen Figur dargestellte Apparat besteht aus einem Schwimmer S und einem Hebel A, welcher letztere um ein im Innern des Kessels angebrachtes Hängelager schwingt. Vertical über diesem Hebel sind in der Kesselwand zwei sich nach innen öffnende Ventile angebracht und deren Sitze in zwei über dem Kessel befindlichen Dampfpfeifen eingeschraubt. Jedes Ventil hat ein kleines Oehr, B, C, in welchem ein zu einer Schlinge zusammengebogener Messingdraht eingehängt wird. In dieser Schlinge oder Schleife bewegen sich zwei an der Seite des Hebels A hervorstehende Stifte frei auf und nieder. Ferner ist jedes Ventil mit einer die Ventilstange umgebenden kleinen Springfeder versehen, deren Kraft eben ausreicht, das Ventil in Ermangelung von Dampfdruck geschlossen zu erhalten. Dem Schwimmer ist also gestattet sich auf und nieder zu bewegen, wenn der Wasserspiegel steigt und fällt, ohne innerhalb gewisser Grenzen irgend welche Wirkung auf die Ventile und die Pfeifen auszuüben. Sinkt aber der Wasserspiegel bis zu einem gewissen Punkte, welcher als der tiefste mit Sicherheit zuläßige Wasserstand anzusehen ist, so drückt der eine Stift am Hebel, der auf der Seite des Schwimmers, auf das untere Ende der Schlinge B und öffnet oben das Ventil derjenigen Pfeife, welche den tiefsten Wasserstand signalisirt. Steigt im Gegentheile der Wasserspiegel bis zu einer gewissen Höhe, so drückt der auf der andern Seite des Drehpunktes befindliche Hebelstift auf das Ende der Schlinge C und öffnet das Ventil der den höchsten Wasserstand anzeigenden Pfeife.

Es ist klar, daß der im Vorstehenden beschriebene Apparat noch mancherlei Modificationen fähig ist.

(The Pract. Mech. Journal. 1849. Aug. p. 114; hier a. d. polytech. Centralbl. 1849, Nr. 23.)

Manometer für Schiffsdampfmaschinen.

Von

Paul Stillman aus New-York.

Hierzu Fig. 23 auf Taf. 23.

Dasselbe besteht aus drei Haupttheilen, welche den drei Hauptzwecken des Instrumentes entsprechen: erstens einem cylindrischen gußeisernen Gehäuse, an welchem eine Art Zifferblatt angebracht ist, worin sechs oder wo erforderlich noch mehr Schlitze nebeneinander angebracht sind, durch welche die die Umdrehungszahlen der Maschine angebenden Zahlen sichtbar werden; dies ist der Spielzähler, — zweitens und drittens aus zwei barometrischen Röhren, von denen die eine das eigentliche Manometer ist und zum Messen der Dampfspannung im Kessel, dagegen die andere zum Messen der Spannung im Condensator dient und als Barometer zu bezeichnen ist. Beide bestehen aus verticalen Glasröhren, welche an ihren oberen Enden hermetisch verschlossen sind und mit ihrem untern Ende in kleine Kammern tauchen. Der luftdichte Abschluß gegen außen wird hier dadurch herbeigeführt, daß die die Röhren umgebenden Messingeicheln vollkommen verlöthet sind. Diese Kammern communiciren mit den Quecksilberbehältern nur durch ihr unteres Ende, in welche ein Pflock eingeschraubt ist, so daß lediglich durch die um diese Schraube herum bleibenden kleinen Zwischenräume das Quecksilber aus dem Hauptbehälter in die Röhre und umgekehrt gelangen kann und also auf das Quecksilber in der Röhre derselbe Druck ausgeübt wird, wie auf das im Reservoir. Der Zweck dieser Anordnung ist der, eine zu schnelle, stoßende Wirkung auf das Quecksilber bei vorkommenden Veränderungen der Dampfspannung zu verhindern und außerdem der, das Füllen und Umkehren beim Einsetzen in ihr Reservoir, ohne etwas von ihrem Inhalte zu verlieren, zu ermöglichen — kurz es ersetzt diese Anordnung die Kugel an gewöhnlichen Barometern.

Die Manometerröhre wird anfänglich nur theilweise mit Quecksilber, übrigens aber mit Luft gefüllt und giebt später durch die in Folge des Steigens des Quecksilbers stattfindende Compression der Luft die Dampfspannung an, wogegen die Barometerprobe zum Messen der Spannung im Condensator anfänglich ganz gefüllt wird und durch das Steigen und Fallen des Quecksilberspiegels wie bei jedem Barometer den Druck auf den Quecksilberspiegel im Reservoir angibt. Um die Oxydation des Quecksilbers in der Manometerröhre und die dadurch herbeizuführende Verunreinigung und Erblindung der letztern zu verhindern, wird in dieselbe eine geringe Menge Naphta eingeführt.

In Bezug auf die Einrichtung des Spielzählers giebt der Bericht des vom Franklin Institute in Nord-Amerika niedergesetzten Committee on Science and the Arts, dem wir Vorstehendes entnehmen, noch Folgendes an.

Auf irgend eine zweckdienliche Weise wird von einem passenden Theile der Maschine eine schwingende Bewegung einem Arme, der an einer centralen und horizontalen, innerhalb des Gehäuses und parallel mit dem Zifferblatte liegenden Welle befestigt ist, mitgetheilt. Mit den Enden derselben ist ein Rahmen verbunden, der eine kleine der erstern parallel laufende Welle trägt. An dieser zweiten Welle sitzen in einer Reihe sechs Klinken oder Arme, welche in gewissen Abständen und so angebracht sind, daß der Arm zur Rechten niederfallen kann ohne die übrigen, aber nicht in die Höhe gehen kann, ohne die übrigen mitzunehmen.

Diesem Rahmen mit der Klinkenwelle rc. wird auf die obenerwähnte Weise eine solche Bewegung mitgetheilt, daß er bei jedem Spiele der Maschine um 36 Grad oder den zehnten Theil einer ganzen Umdrehung schwingt.

Die Enden der Klinken ruhen oder gleiten resp. über sechs nebeneinander liegenden auf der Centralwelle angebrachten Cylindern, welche sich alle unabhängig von einander in derselben Richtung frei bewegen können und in folgender Weise angeordnet sind: Der Deutlichkeit wegen wollen wir dieselben von der Rechten nach der Linken zählend mit 1, 2, 3, 4 rc. bezeichnen.

Auf dem Rand zur Rechten jedes Cylinders sind 10 Schlitze (Klinkzähne?) und auf dem Rande zur Linken, welcher über den des nächsten Cylinders hinweggreift nur ein Schlitz angebracht. Diese Schlitze sind so groß, daß sie das Ende eines der Flügel aufzunehmen vermögen. Bei der Rückwärtsbewegung des Rahmens rc., wird die Klinke so weit zurückgeführt, bis sie einfällt, worauf bei der Vorwärtsbewegung der so erfaßte Cylinder mit fortbewegt wird.

Auf dem mittlern Theile jedes Cylinders (zwischen den übergreifenden Theilen und je einem Schlitze in dem Zifferblatte gegenüber liegend, sind die neun Zahl- und das Nullzeichen in der Ordnung 1, 2, 3 rc. bis 0 in gleichen Abständen auf dem Umfange eingravirt.

Die Klinken sind so angeordnet, daß stets eine über jedem Schlitze liegt und die Klinke nur dann in die Klinkzähne oder Schlitze des innern Cylinders eingreifen kann wenn gerade die Schlitze in dem äußern Cylinder unmittelbar darunter ankommen. Dies kommt bei jeder ganzen Umdrehung nur einmal vor und da die Bewegung der Klinken nur durch den zehnten Theil eines Kreises erfolgt,

so geht daraus hervor, daß der Cylinder Nr. 2 nur um den zehnten Theil einer Umdrehung fortbewegt werden kann, nachdem der Cylinder Nr. 1 eine ganze Umdrehung oder das Zehnfache des erstern Winkelweges zurückgelegt hat u. s. f. — Wenn also die Zahlzeichen im Schlitze des Zifferblattes auf dem Cylinder Nr. 1 Einer darstellen, so bezeichnen die bei Nr. 2 Zehner, die bei Nr. 3 Hunderter rc., und in Folge desselben Prinzipes muß der Cylinder Nr. 1 erst 100,000 Umdrehungen machen, ehe der Nr. 6 eine macht. Es ist klar, daß bei jedem Spiele der Maschine der Cylinder Nr. 1 $^1/_{10}$ Umdrehung macht, da die zehn Schlitze (Klinkzähne?) auf dem Rande zur Rechten nicht wie bei den übrigen durch einen andern Cylinder bedeckt werden.

Da die Cylinder in der Richtung ihrer Bewegung, also vorwärts sich frei drehen lassen, so können sie jederzeit auf den Nullpunkt eingestellt werden, ohne eine der Klinken zu derangiren oder nur das Gehäuse zu öffnen.

In Anbetracht der Einfachheit und Symmetrie dieses Instrumentes, der Leichtigkeit des Ablesens und der Bequemlichkeit der Anbringung als den drei Hauptvortheilen, so wie in Rücksicht darauf, daß der hiermit verbundene Zählapparat wahrscheinlich wohlfeiler ist, als der bisher benutzte, hat der erwähnte Commitee dem Erfinder Stilman den ersten Preis der Industrieausstellung zu Philadelphia, auf der dieses Instrument im October 1848 ausgestellt war, zuerkannt.

(Aus dem Journal of the Franklin Institute durch The Civil Eng. and Arch. Journal. 1849. June. p. 169; hier a. d. politech. Centralbl. 1849, Nr. 23.)

Verbesserungen in dem Oberbaue von Eisenbahnen,

Von

W. H. Barlow, Civilingenieur in Derby.

(Pat. in England am 23. Januar 1849.)

Hierzu Fig. 24 — 31 auf Taf. 23.

Der erste Theil von Barlow's Erfindung besteht in einer Construction gewalzter Eisenbahnschienen von der Art, daß jede Schiene sich ihr eigenes Bett in dem Ballaste bildet, ohne die Anwendung von Stühlchen, hölzernen Quer- oder Längenschwellen, Steinblöcken oder dergleichen Auskunftsmittel zu benöthigen. Zu diesem Zwecke erhalten die Schienen eine größere Breite als gewöhnlich und können zwar aus mehreren Theilen zusammengesetzt werden wie in Fig. 28, 29 und 30, jedoch zieht der Patentträger Schienen von dem in Fig. 31 angedeuteten Querschnitte vor. Fig. 24 stellt in der Seitenansicht, Fig. 25 im Querdurchschnitte die Verbindung zweier solcher Patentschienen an einem Stoße dar. Die Schienenden a, b liegen in einem schmiedeeisernen Schuhe c und die richtige Spurweite des Gleises wird durch schmiedeeiserne Kuppelstangen d erhalten, welche zugleich den Nutzen haben, die Auflagerungsfläche des ganzen Gleises zu vermehren. Die Befestigung der Schuhe oder Stoßstühlchen c an den Schienen und dieser an den Querstangen d erfolgt durch Schraubenbolzen. Der Zweck der eben beschriebenen Schienenconstruction ist die gänzliche Vermeidung von Holz beim Oberbaue.

Eine zweite Erfindung Barlow's betrifft die Verbesserung der Schienenverbindung bei Schienengleisen gewöhnlicher Art mit Stühlchen und besteht darin, daß an den Stößen in die Dünnung der Schiene eine schmiedeeiserne, zweckentsprechend gestaltete Platte von $^1/_4$ — $^1/_2$ Zoll Dicke eingelegt und dadurch den Schienenstößen eine größere Festigkeit verliehen wird. Fig. 26 und 27 stellen eine derartige Verbindung in der Seitenansicht und dem Querdurchschnitt dar. Es sind a und b die zu verbindenden Schienen mit der Hülsplatte c. Letztere ist so lang, daß sie noch in die Stühlchen d und e zu beiden Seiten des Stoßstühlchens f ebenso wie in dem letztern festgekeilt werden kann. Letzteres erfolgt durch hölzerne Keile g in der gewöhnlichen Weise. Ohne Zweifel würden durch diese Verbindung der Schienen die Stöße, welchen die Eisenbahnfahrzeuge jetzt mehr oder minder stark ausgesetzt sind, sich um vieles vermindern und die Bahn- und Wagenunterhaltungskosten demzufolge ebenfalls abnehmen.

(London Journal 1849. Sept. p. 91; hier a. d. polytech. Centralbl. 1849, Nr. 23.)

Literatur.

Annales des Travaux publics de Belgique, Documents scientifiques, industriels ou administratifs, concernant l'Art de Construction, les Voies de Communication et l'Industrie minerale. Bruxelles, Vandooren. Tome IV, Jahre 1846. 607 Seiten gr. 8 und 15 Tafeln. — Tome V, Jahr 1847, 636 S. u. 8 Taf. — Tome VI. 1847.

654 S. und 10 Taf. — Tome VII, 1848, 508 S. u. 9 Taf.

Man muß es der Belgischen Regierung zum Ruhme nachsagen, daß sie seit der Zeit ihrer Constituirung durch Mittel aller Art, direct und indirect sehr viel zur Hebung der Technik gethan hat, so wie wir uns auch gestehen müssen, daß dieser kleine Staat, der etwa $^1/_4$ so groß wie Preußen und nur $^1/_8$ so groß wie Oestreich, noch einmal so groß wie Sachsen, weiter gekommen ist in den meisten Zweigen der Technik, als diese 3 großen Fabrikstaaten zusammengenommen. Wer die Fortschritte der 3 erwähnten deutschen Staaten kennt und an dem Behaupteten zweifelt, den verweisen wir auf das vorliegende Werk, womit wir unsern Beweis führen. Nun muß man freilich gestehen, daß die Natur in dieser Beziehung für wenige Länder so viel gethan hat als für Belgien, und besonders trifft dies die Eisenproduction, diese Basis aller Gewerbe, die durch Lagerstätten der schönsten Erze, durch treffliche Waldungen und durch die reichen Steinkohlenflötze, bei gehörigen Absatz eine Höhe erreichen kann, die verhältnißmäßig die englische zu übersteigen im Stande ist. Dabei ist der Walone ein vorzugsweiser tüchtiger Berg- und Hüttenmann.

Ein königliches Decret vom 8. Decbr. 1841 bestimmt die Herausgabe von wissenschaftlichen, industriellen und administrativen Aufsätzen unter dem obigen Titel; eine vom Könige ernannte Commission ist mit der Herausgabe beauftragt. Es sind von 1843 bis zum Schluß 1848 sieben Bände erschienen, von denen wir die 4 letzten hier etwas näher betrachten wollen.

Band IV., vom Jahre 1846 enthält folgende für das gesammte Ingenieurwesen wichtige Abhandlungen: Lamarle, über die Biegung der Hölzer. — Delvaux de Fenfe, über die Fahrkünste. Diese wichtige Abhandlung bearbeitete der Redacteur d. Bl. bereits 1845 für seine Berg- und hüttenmännische Zeitung, und gab sie auch später erweitert, als besonderes Werkchen heraus. Es ist diese Abhandlung von 3 großen lithographirten Tafeln begleitet. — Maus, über die Conservirung der Hölzer. — Bidaut, über eine Wasserhaltungs-Dampfmaschine mit directer Wirkung. — Splingard, über die Sächsisch-Bairische-Eisenbahn, mit einer vortrefflichen Ansicht der Ueberbrückung des Gölschthales. — Ueber das trockene schwimmende Becken zu Amsterdam, nebst Tafel. — Vifquain, über die Schiffahrt im Hainebecken. — Das Maasthal und dessen Communicationsmittel. — Frederix, über ein gußeisernes Waffengerüst. — Carez, der im Luxenburgischen zur Mörtelbereitung vorkommende Kalkstein. — Chandelon, verschiedene Erzproben angestellt in der Bergwerkschule zu Lüttich. — Toilliez, über die gemauerte Verspündung in einem Schachte, nebst Tafel. — Lambert, über denselben Gegenstand, mit zwei Tafeln. — Delvaux de Fenfe, über die Gewinnung und Verarbeitung des Eisens mit Gasen, mit 3 Tafeln. Eine Zusammenstellung der in Deutschland und Frankreich in dieser Beziehung angestellten Versuche, wobei der Verfasser hauptsächlich auch die Arbeiten des Redacteurs dieser Blätter benutzt hat. — Tägliche Veränderungen des Wasserstandes in der Maas und Ourthe, nebst einer Tafel. — Bewegung von Reisenden und Gütern auf der Maas. — Beer, Fahrkunst, nebst Tafel. — Der Canal von Brüssel nach Charleroy. — Lampert, neuer Bergcompaß, nebst Tafel. — Bibliographie. — Amtliche Mittheilungen, Königliche Verordnung ꝛc.

Band V., Jahrgang 1847: Maus und Belpaire, Bericht über die atmosphärische Eisenbahn von Kingstown nach Dalkey. — Die Fahrkunst von Warocqué. — Abhandlung über die Ourthe. — Davaux, und Chandelon, Untersuchungen über die zum Verkoaken geeigneten Steinkohlen. — Verbesserungen des Fahrwassers der Maas, nebst Tafel. — Du Pré, Ursachen der Explosionen der Dampfmaschinen. — Erien, Versuche mit 2 gußeisernen Kanonen. Es ist ein sehr wichtiger Gegenstand, der alle Aufmerksamkeit verdient, und der besonders dem Preußischem Kriegsministerium sehr zu empfehlen ist, da eiserne Geschütze für Festungen und für die Marine, d. h. also solche von schwerem Kaliber, wegen ihrer Wohlfeilheit und Dauer viele Vorzüge vor kostbaren broncenen haben. Nun frage ich aber, warum das Preußische Kriegsministerium die Geschütze alle in Schweden und Lüttich gießen läßt, da Preußen selbst ausgezeichnete Gießereien hat und das Geld nicht ins Ausland zu schicken braucht? Die Herrn vom preußischen Kriegsministerium mögen mir nicht sagen wollen, daß nur Schwedisches und Belgisches Roheisen zum Geschützguß tauglich sei! — Gourt, Einführung der Gaserleuchtung in den Grubenbauen, nebst 2 Tafeln. — Fortschritte beim Steinkohlenabbau im Becken von Seraing bei Lüttich, vom Bergingenieur Mueseler daselbst und vom Grubendirector Buttgenbach zu Seraing. — Ueber die Benutzung des Eisens zum Schiffbau, von Marine-Ingenieur Guitte. — Ueber die Eisenerze von Campine, vom Bergingenieur Bidaut.

Bemerkungen über das Verfahren des Herrn Bourton über die Conservation der Hölzer, Seile und Leinwand. — Der übrige Theil dieses Bandes umfaßt amtliche Mittheilungen, das Personal von dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten ꝛc.

Band VI., Benutzung der verdichteten Luft zum Abfinken von Schächten im schwimmenden Gebirge, vom Bergingenieur und Professor Trasenster zu Lüttich. — Moderator für die Fahrkünste von demselben. — Indikator für die Wetterführung in Gruben von dem Generalinspector Devaux. — Beschreibung der Pulverfabrik zu Wetteren bei Gent. — Theorie des Widerstandes der Eisenbahnschienen, vom Ingenieur Rombaux. — Bemerkung über einen Alarmapparat für Dampfkessel, vom Bergingenieur Chandron. — Von dem Asphalt und seiner Benutzung in der Architectur, von dem Bergingenieur Boudin. — Anwendung des Platinschwammes zur Verbrennung schlagender Wetter, vom Bergingenieur Trasenster. — Ueber den zu Antwerpen fabricirten Cement. — Ueber die messingenen Röhren in den Kesseln der Locomotiven vom Bauingenieur Andries. — Analysen von Steinkohlen, die zum Verkoaken geeignet sind. — Beschreibung einer Wettermaschine, vom Bergingenieur Fabry. — Beschreibung einer Hochdruck-Dampfmaschine, von demselben. — Geologische Untersuchungen der Ardennen, in Beziehung auf Kalksteinlager, von dem Bergingenieur Lambert. — Proben, die in der Bergwerksschule zu Lüttich unter Leitung des Professors Chandelon ausgeführt worden sind. — Ueber die in Belgien ausgeführten Versuche zur Bohrung artesischer Brunnen, von Herrn Quetelet, Director der Sternwarte zu Brüssel. — Ueber einige Details der Steinkohlengewinnung, im 2. und 5. Bergwerksbezirk, vom Bergingenieur Bidaut. — Ueber den jetzigen Zustand und die Zukunft der Knappschaftskassen für Bergleute in Belgien, vom Bergrath Visschers. — Die täglichen Veränderungen der Maas und der Ourthe. — Der Verkehr von Personen und Gütern auf der Maas. — Bibliographie. — Amtliche Mittheilungen, Personalien ꝛc.

Band VII., Jahrgang 1848: — Von den Bedingungen, unter denen die Expansion bei den Wasserhebungs-Maschinen im Bergwerke angewendet wird, vom Bergingenieur Trasenster. — Schachtabsinken im schwimmenden Gebirge auf der Grube Strépy-Bracquegnies in der Provinz Hennegau, von dem Bergwerksadspiranden Bauchy. — Ueber die verschiedenen Systeme von Dampfmaschinen zur Wasserhebung in Bergwerken, vom Oberingenieur Gonot. — Von dem Gleichgewicht steinerner Brücken, vom Bauingenieur Manilius. — Analysen von Steinkohlen, die zum Verkoaken geeignet sind, aus dem 1. Bergwerksbezirk. — Ueber die Wettermaschine des Professor Lesoinne in Lüttich, vom Oberbergingenieur Wellekens. — Ueber physikalische Telegraphie im Allgemeinen. — Tägliche Veränderungen der Maas und Ourthe. — Personen- und Güterverkehr auf der Maas. — Ueber die Ardenner Schieferbrüche, vom Bergingenieur Poncelet. — Ueber die Eisenerze der Campine, vom Bergingenieur Bidaut, Fortsetzung von Band V. — Verkehr der Reisenden auf den Belgischen Eisenbahnen. — Ueber die Sicherungsmittel gegen das Hereingehen der Fördertonnen in den Schächten der Steinkohlenbergwerke, vom Bergingenieur Wellekens. — Ueber ein neues Mittel zur Verwandlung der wiederkehrend geradlinigen Bewegung in einer ununterbrochen kreisförmigen, vom Obrist-Lieutnant Demanet. — Ueber die Organisation von Knappschaftskassen, vom Bergrath Visschers. — Ueber die Kirchen-Architectur vom Obrist-Lieutenant Demanet. — Ueber die Benutzung der aus den Verkoakungs-Oefen entweichenden Hitze zur Dampfkessel-Feuerung, vom Bergingenieur Smits. — Ueber eine Explosion schlagender Wetter in den Steinkohlengruben zu Aschwell bei Durham in England, vom Generalinspector Devaux. — Untersuchungen und practische Data über den Widerstand der Baumaterialien von den Ingenieuren Belpaire, Boudin und Dedier. — Neue Einrichtung von Eisenbahnwagen von Aerts. — Uebersicht der Einnahmen und Ausgaben der Knappschaftskassen im Jahr 1847. — Amtliche Mittheilungen, Personalien, Inhaltsverzeichniß und Register.

Tafeln zur Erleichterung und Ersparung der auf Maschinenbau bezüglichen und ähnlichen Rechnungen zunächst für Mechaniker, Ingenieure, Berg- und Hüttenleute zc. Von Carl Holzmann, Großherzogl. Badischen Hüttenverwalter. X u. 184 S. gr. 8. Pforzheim, Flammer u. Hoffmann. 1849. $1^2/_3$ Thlr.

Dieses Werk hat den Zweck, dem Geschäftsmanne zeitraubende Rechnungen zu ersparen, welches den doppelten Gewinn der Schnelligkeit und Sicherheit hat. Das Werk zerfällt in acht Abschnitte: I. Maaße und Gewichte; 1. französisches Maaß und Gewicht; 2. Tafeln zur Verwandlung der deutschen und einiger fremden Maaße in das metrische und umgekehrt. — II. Verschiedene arithmetische Tafeln: Reciproken, Quadrat- und Kubikwurzeln, Logarithmen. — III. Geometrische und trigonometrische Tafeln: Kreis und Quadrat, regelmäßige Vielecke, Kreisbogen und Kreisabschnitte, Kreisumfänge und Kreisflächen, Kreisfunctionen, Länge der Kreislagen, Logarithmen der trigonometrischen Functionen. — IV. Gewichte verschiedener Körper: Gew. von 1 Kilogramm; Gewicht des Körpers aus dem Gewicht des Modells; Gewicht des runden, quadratischen und flachen Stabeisens; Gewichte gußeiserner Wellen verschiedener Art; von gußeisernen Kugeln; Gewichte des Eisenblechs. — V. Festigkeit der Materialien: Sichere Belastung einer Unterlage; sichere Belastung, welche angehängt werden kann; Belastung der Holzschrauben; Tragkraft verschiedener hölzernen und eisernen Balken zc. — VI. Einfache Maschinen. Transmission: Kolben- und Kourbelstangen, Balanciers, Kurbeln, Zahnräder zc. — VII. Ausfluß des Wassers. Wasserkraft. — VIII. Luft und Dampf. — Das Buch ist, wie man aus der Inhaltsübersicht ersieht, sehr brauchbar und sehr zu empfehlen; der Verfasser ist ein tüchtiger Praktiker, der die Anforderungen an ein solches Werk genau kannte und überall nur sehr brauchbares gegeben hat.

Sammlung technischer Hülfsmittel. Ein Handbuch für Ingenieure und Mechaniker, Mühlbauer, höhere und niedere Baubeamte und Bauhandwerker, Technologen, Chemiker und Fabrikanten, überhaupt für Techniker jeder Art. Von H. Rößler, Sekretair des Gr. Hessischen Gewerbvereins. Vierter Band. Darmstadt, 1849 bei Jonghans XX und 211 S. gr. 8. $^3/_4$ Thlr.

Dieser Band enthält mit den drei früheren, die zusammen 44 Bogen umfassen und in den Jahren 1845 und 46 erschienen, eine sehr vollständige Sammlung über Maaße und Gewichte, specifische und absolute Gewichte verschiedener Körper, zur Erleichterung arithmetischer und geometrischer Berechnungen; von verschiedenen Angaben aus der Hydraulik, Aräometrie, Alkoholmetrie, Wärmelehre, über Brennmaterial, aus der Mechanik und Maschinenkunde, über Pumpen, Wasserräder, über Dampfkessel und Dampfmaschinen, Eisenbahnwesen, Hüttenkunde, Mühlenwesen und Brodbäckerei, Bauwesen, Feuerungsanlagen, Münzwesen und für Gold- und Silberarbeiter, Beleuchtung, Spinnerei und Weberei, chemische Zusammensetzung einfacher und zusammengesetzter Körper, Härtegrade zc. zc. — In seiner Gesammtheit ist das nur 3 Thlr. kostende Werk für jeden Techniker ein fast unentbehrliches und um so brauchbareres Handbuch, da der Verfasser als ein tüchtiger, umsichtiger und sicherer Techniker bekannt ist.

Die ersten Grundlehren der höhern Analysis oder Differenzial- und Integralrechnung. Für das Studium der praktischen Mechanik und Naturlehre möglichst populär bearbeitet von Julius Weisbach, Professor an der Königl. Sächsischen Bergakademie zu Freiberg. Mit 38 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Braunschweig, Druck und Verlag von Vieweg und Sohn. 1849. VI u. 43 S. gr. 8. $^1/_2$ Thlr.

Die vorliegende Schrift des rühmlichst bekannten Prof. Weisbach ist zwar zunächst nur für die Leser seiner Ingenieur- und Maschinenmechanik bestimmt, sie wird aber auch überhaupt Denen von größtem Nutzen sein, welche ohne ein umfängliches Vorstudium der höhern Mathematik in ein tieferes Studium der Naturlehre und Mechanik einzugehen wünschen. Die Darstellung ist eben so faßlich als gedrängt, wie man es von diesem ausgezeichneten Lehrer zu erwarten hat und daher das Büchlein, welches einem wahren Bedürfniß abhilft, sehr zu empfehlen ist. Es giebt den Beweis, daß man auch abstracte Dinge, durch die Kunst guten Vortrags, verdeutlichen kann.

Der Indicator

und seine Anwendung beim Maschinenbau

von

K. A. Bornemann.

Hierzu Taf. 21.

Der Indicator ist eigentlich kein unbekanntes Instrument mehr, sondern wird, namentlich in England und Frankreich, in neuerer Zeit beim Maschinenbau allgemein angewendet. Um so mehr muß es aber auffallen, daß derselbe bei uns erst so wenig Eingang gefunden hat, und daß die von Ingenieurs gelesenen Zeitschriften und Werke bis jetzt desselben nur so oberflächlich Erwähnung gethan haben. Schreiber dieses glaubte daher, daß es nicht überflüssig und unerwünscht sein werde, hier etwas ausführlicher über dieses, schon von dem berühmten Watt erfundene und beim Bau seiner Dampfmaschinen mit so viel Vortheil angewendete Instrument zu sprechen, das uns einen so tiefen Einblick in die Wirkungsweise des Dampfes innerhalb der Dampfmaschinen werfen läßt, und uns, wie das Stethoskop des Arztes, alle Fehler des innern Organismus dieser Maschine blos legt.

Um Weitläufigkeiten zu vermeiden, übergehen wir die Beschreibung der älteren Constructionen des Indicators und der nach und nach daran angebrachten Verbesserungen — blieb doch in der wesentlichen Einrichtung dieses Instrument dasselbe, nämlich ein kleiner Cylinder, dessen Kolben von einer Spiralfeder niedergedrückt wurde, so daß der Druck des Dampfes gegen diesen Kolben durch die Zusammenpressung oder Ausdehnung dieser Feder gemessen werden konnte — und theilen hier bloß die Construction von Combes mit *), welche gegen die üblichere Einrichtung des Indicators von Macnaught **) unbestritten den Vorzug gewährt, daß bei ihr die Papierrolle, auf welcher ein an der erwähnten Spiralfeder angebrachter Bleistift selbst die Pressung des Dampfes für jeden Kolbenstand verzeichnet, auch wirklich genau der Bewegung des Kolbens folgt, und daß sie für jede Art von Dampfmaschinen (nicht blos für Balanciermaschinen) mit gleicher Bequemlichkeit angewendet werden kann.

Dieser verbesserte Indicator von Combes (von Martin in Paris, rue Saint Denis, Nr. 300, für 130 Francs zu beziehen) ist auf Tafel XXIV, in Figur 1 bis 5 abgebildet, und zwar in Figur 1, in der äußern Ansicht,
in Figur 2, im Verticaldurchschnitt,
in Figur 3, im Horizontaldurchschnitt nach der Linie AB.
Figur 4 und 5 sind Details.

Das Instrument besteht, wie bereits erwähnt, aus einem kleinen Cylinder E, in welchem sich ein Metallkolben D bewegt. Die Stange B des Letzteren geht durch eine zur Führung dienende Stopfbüchse C, welche als Deckel auf ein das Ganze umschließendes cylindrisches Hemd A aufgesetzt ist. Gegen diesen Deckel und eine an der Kolbenstange eingeschraubte Scheibe I drückt die Spiralfeder G, deren Federkraft darnach bemessen werden muß, daß sie für den höchsten und geringsten üblichen Dampfdruck nicht über die Elasticitätsgrenze hinaus afficirt wird. Unterhalb der Scheibe I ist durch eine Preßschraube ein Arm B' an der Kolbenstange befestigt, welcher ein Knie mit dem Bleistifthalter trägt. Letzterer ist ähnlich dem Einsatzstücke bei Zirkeln geformt und wird durch eine Feder e, die mittelst einer kleinen Schraube mehr oder weniger angespannt werden kann, gegen einen Cylinder K angedrückt, von welchem sogleich mehr zu sprechen sein wird. Der Arm B' bewegt sich in einem Spalte A' des eben erwähnten Umhüllungsmantels A und gleitet dabei mit einem Zeiger an der, längs dieser Spalte angetragenen Skala C' hin. Der Nullpunkt der Skala befindet sich in der Höhe, welche der natürlichen Ausdehnung der Feder entspricht und die Skala ist, um sie leicht so einstellen zu können mit zwei, in Schlitze eingreifenden Schrauben v,v' am Cylindermantel A befestigt. Die oberhalb des Nullpunktes liegenden Theilstriche der Skala entsprechen einer Zusammenpressung der Feder, die untere Abtheilung der Skala dagegen einer Ausdehnung derselben. Durch einen Preßring N wird an der Hülle A ein Träger L befestigt mit einem aufgeschraubten dosenförmigen Ringe M, aus dessen Mitte sich ein cylindrischer Stift X' erhebt. In M bewegt sich eine Art Rolle zum Auflegen einer Schnur T bestimmt, welche mit einem Ringe S am Umfange versehen ist, an welchem die Trommel K sitzt, mit der Nabe aber über den Stift X geschoben ist und das Federgehäuse U trägt. Die in dem Gehäuse U liegende Uhrfeder, welche mit dem einen Ende am Gehäuse, mit dem andern aber an dem Stifte befestigt ist, kann durch den quadratischen Stift Y aufgezogen werden, nachdem zuerst die Mutter Q gelöst worden ist, und dient dazu, den Cylinder rückwärts zu dre-

*) Vergl. Bulletin de la Société d'Encouragement. 1843. und Combes, Traité de l'exploitation des Mines, III. (Meine deutsche Bearb. Bd. II, S. 385 xc. Red.)

**) Vergl. Publication Industrielle p. Armengaud, Tom III., livr. 10

hen und die Schnure T gespannt zu erhalten. Letztere Schnure wickelt sich nämlich auf die Trommel S', welche an der Welle R sitzt auf, wenn die auf dem vierkantigen Theile dieser Achse sitzende Rolle durch das Abwickeln der nach dem Kolbenstangenquerhaupte der Dampfmaschine gehenden Schnure P in Umdrehung gesetzt wird. Die Rolle R¹ hat am Umfange eine spiralförmige Schnurenrinne und läuft in einer feststehenden Hülse O, deren Befestigung an dem Träger L durch das Zapfenlager der Welle R vermittelt wird, wie namentlich aus Figur 4 zuersehen ist. Man denke sich die Schnure P durch die aufsteigende Kolbenstange der Dampfmaschine angezogen, so wird sie von der Rolle R' ablaufen, dadurch Letztere und ihre Achse und die auf derselben aufgeschobene Hülse S' in Umdrehung setzen, wobei die Schnure T sich aufwickelt und den Cylinder K mitnimmt, bis die Kolbenstange den Hub vollendet hat, wo alsdann die hierbei angespannte Uhrfeder U zu wirken anfängt und durch ihre Ausdehnung beim Niedergange des Dampfkolbens die Schnuren T und P gespannt erhält. Um den Cylinder K wird ein Papierstreifen gewickelt, dessen Enden unter die federnden Messingblechstreifen bb geklemmt werden, um das Papier fest zu halten und glatt zu spannen. Endlich ist noch zu erwähnen, daß dieses ganze Instrument durch die Schraube F mit dem Hahne l auf dem Deckel oder am untern Ende des Dampfcylinders befestigt wird, wenn es zu einem Versuche benutzt werden soll.

Das Verfahren bei einem Versuche ist folgendes: Man ermittelt zunächst den Hub der Maschine und das Verhältniß desselben zum Umfange der Rolle R, indem es nämlich nöthig ist, daß bei einem Aufgange des Dampfkolbens der Cylinder K nahe einen ganzen Umgang mache. Ganz oder gar mehr als einmal darf sich derselbe nicht drehen, weil das Papier noch nicht den ganzen Umfang bedeckt. Mit Hülfe der in Figur 5 besonders dargestellten Auswechselungsstücke S' ist es übrigens leicht, ein solches Verhältniß zwischen den Rollen R und S herzustellen, daß die Drehung des Cylinders K die angedeutete Größe nicht überschreite. Bei sehr hohem Hube wird man die kleinste Rolle S wählen, bei minder bedeutendem Hube eine größere. Um einen Faden zu haben, der sich wenig dehnt, kann man feinen Kupferdraht nehmen und um sich sowohl gegen ein zu scharfes Anspannen desselben, als gegen das Schlaffwerden sicher zu stellen, thut man wohl eine ziehbare Schleife daran anzubringen, welche man nach Befinden anzieht oder nachläßt. Nun umwickelt man den Cylinder K mit einem Blatte glattes, festes Schreibpapier, biegt seine Ränder über und klemmt sie unter die messingenen Krampen b; hierbei muß man jede Falte vermeiden, da diese beim Aufschreiben der Curve hinderlich sein würden. Dann sucht man auf dem Cylinderdeckel einen

geeigneten Platz zum Einschrauben des Instrumentes, wozu sehr gewöhnlich der Schmierhahn wird angewendet werden können. Da man nicht immer ein gleiches Gewinde finden wird, so muß man sich mit andern Schrauben versehen oder andere Auswege ergreifen, wie sie die Gelegenheit bietet. Man richtet das Instrument so, daß die Schnure P bequem an dem Kolbenstangenende befestigt werden kann und man doch auch den Bleistift und die Skala vor Augen hat, auch den Bleistift an der Papierrolle ohne zu scharfe Spannung anliegen hat. Den Bleistift, wozu ein harter, feiner Stift zu nehmen ist, biegt man ab, indem man die Feder e löst, und befestigt die Schnure P, worauf man die Maschine gehen läßt und aufmerksam die Schnuren beobachtet, ob sie stets gleichförmig und weder zu stark noch zu schwach gespannt bleiben. Nun kann man auch den Hahn l öffnen und den Dampf zur Erwärmung einlassen, wobei sich gewöhnlich viel Dampf condensirt und herumsprudelt, jedoch schließt man ihn wieder nach einigen Spielen und beobachtet, ob alsdann, wo über und unter dem Indicatorkolben blos Atmosphärendruck stattfindet, der Zeiger auf Null an der Skala steht. Um schnell diese Pressung unter dem Kolben zu erhalten, muß das Hahngehäuse an der Seite durchbohrt sein und der Hahn eine entsprechende Bohrung besitzen, damit, wenn diese vor jene tritt, atmosphärische Luft unter den Kolben gelangen könne. Drückt man jetzt den Bleistift gegen das Papier, was mit Vorsicht und nicht zu scharf geschehen muß, so wird er auf demselben eine horizontale Linie ziehen, gleichsam die Abscissenlinie für die Curve der Pressungen. Man zieht jetzt wieder den Bleistift ab, öffnet den Dampfzutritt und läßt den Indicatorkolben einige Spiele mitmachen, worauf man den Bleistift sanft an das Papier führt und die Vollendung eines Indicatordiagramms abwartet. Sobald ein solches erhalten worden ist, thut man wohl den Dampfzutritt zu schließen und den Bleistift noch einmal die Nulllinie verreißen zu lassen. Wollte man den Indicator länger als ein Spiel auf ein Mal in Thätigkeit lassen, so würden die Curven sehr zusammenlaufen und nicht wohl erkannt werden können. Die zuletzt erhaltene Nulllinie muß übrigens natürlich mit der vor dem Versuche gefundenen zusammenfallen, wenn die in Folge der Erwärmung eingetretenen Ausdehnungen keine Abweichung verursacht haben. Nach vollendetem Versuche bindet man die Schnure P ab und nimmt das Papier K ab, um die darauf befindliche Curve mit Tusche oder hartem Bleistift nochmals zu übergehen und hierdurch einem Verwischen vorzubeugen.

Vergegenwärtigen wir uns nun, was in dem eigentlichen Damfcylinder während eines Spieles auf der einen Seite des Kolbens vorgeht, so wird sich finden, wie sich demgemäß der Indicatorkolben bewegen, und welche Curve

der daran befestigte Bleistift auf der um ihre Achse oscillirenden Papierrolle beschreiben müsse. So wie durch Oeffnen des Dampfweges Dampf in den Cylinder tritt, so wird auch der Indicatorkolben aufsteigen und zwar mit größerer oder geringerer Schnelligkeit. Bewegt sich nun die Trommel nicht, so wird der Bleistift auf ihr eine senkrechte Linie verzeichnen, bewegt sie sich dagegen nach rechts oder links, so wird der Bleistift eine nach der einen oder andern Seite aufsteigende Linie beschreiben. Behält ferner der Dampf unverändert seine Spannung, so bleibt der Indicatorkolben stehen und der Bleistift wird eine rechts oder links hinlaufende horizontale Linie ziehen, je nachdem die Trommel nach dieser oder jener Seite bewegt wird. Gesetzt nun der aufgehende Dampfkolben verursache eine Drehung der Papierrolle von links nach rechts, so wird die Bewegung des Bleistiftes folgende sein:

1) aufwärts, wie ↑, wenn der Druck zunimmt und der Dampfkolben stille steht,

2) abwärts, wie ↓, wenn der Druck abnimmt und der Kolben stille steht,

3) horizontal von links nach rechts, wie →, wenn der Dampfdruck constant bleibt und der Kolben aufgeht,

4) horizontal von rechts nach links, wie ←, wenn bei constant bleibender Pressung der Kolben niedergeht,

5) schräg von links unten nach rechts oben, wie ↗, wenn bei zunehmender Pressung der Kolben aufwärts geht,

6) schräg von links oben nach rechts unten, wie ↘, wenn bei abnehmender Pressung ein Aufgang erfolgt,

7) schräg von rechts oben nach links unten, wie ↙, wenn bei abnehmender Pressung der Dampfkolben niedergeht,

8) schräg von rechts unten nach links oben, wie ↖, wenn bei zunehmender Pressung ein Kolbenniedergang stattfindet.

Ist die Bewegung der Trommel in entgegengesetzter Weise von dem Kolbenauf oder niedergange abhängig, so treten entsprechende Veränderungen in diesem Schema ein.

Hätte man nun z. B. eine Indicatorcurve, wie Fig. 6, erhalten*) wo GD die horizontale im Nullpunkte der Skala bedeutet, so sieht man zunächst bei G eine senkrechte Linie, welche ein Zunehmen der Pressung bei stillstehendem Kolben bedeutet; von A bis C ging der Stift von links nach rechts ziemlich horizontal fort, der Dampfdruck blieb also ziemlich constant und der Kolben ging nieder (es war nämlich der Indicator so eingerichtet, daß die Bewegung von Links nach Rechts einem Niedergange des Kolbens entsprach); von C nach D haben wir eine abfallende Linie also Verminderung des Dampfdruckes, welcher bis unter die atmosphärische Pressung sinkt, und zugleich Fortsetzung des Niederganges was uns zeigt, daß die Maschine eine Expansionsmaschine sei, welche ungefähr mit halber Expansion arbeitet; von D bis E sinkt der Stift vertical hinab, was also ein plötzliches Sinken des Druckes beim Stillstande des Kolbens bedeutet und uns erkennen läßt, daß der Kolben im tiefsten Stande angelangt sein müsse; von E bis F tritt eine Bewegung von rechts nach links ein, was Kolbenaufgang bedeutet, und zugleich senkt sich der Stift immermehr, folglich vermindert sich die Pressung noch fortwährend wenn auch langsam und bleibt fortwährend geringer als der atmosphärische Druck, was uns lehrt, daß wir eine Condensationsmaschine vor uns haben und daß der obere Theil des Cylinders jetzt mit dem Condensator in Verbindung stehe; bei F beginnt das Aufsteigen des Stiftes, also Zunahme der Dampfpressung oder mit andern Worten Dampfeintritt. Beobachtet man noch speciell die Ecken der Figur, so sieht man, daß bei D, E, F noch vor Erreichung des Endes seines Laufes der Stift in eine andere Richtung abbiegt z. B. ehe der Stift in der Richtung DE bis in den tiefsten Stand gelangt, biegt er nach links ab und ebenso reicht die untere Horizontale nicht ganz bis unter G, sondern sie biegt bei F aufwärts, kurz man erhält statt der scharfen Ecken, verbrochene Ecken, und dies bedeutet, daß bei D, noch bevor der Kolben in den tiefsten Stand tritt, der Dampf schon müsse austreten können, weil seine Pressung plötzlich fällt, daß ferner bei F, wo ein schnelles Steigen der Pressung beobachtet wird, noch ehe der Kolben seinen Aufgang erreicht hat, der Dampfzutritt schon wieder eröffnet worden sei, ehe der Lauf vollendet ist, kurz daß die Schieber mit Voreilen versehen seien.

Dieses Beispiel genügt, um von dem Wege, den man bei der Auslegung eines Indicatordiagramms einzuschlagen hat, eine vorläufige Idee zu geben; es wird aber unsre Aufgabe sein, dieses Verständniß durch weitere Erläuterungen und Regeln zu erleichtern. Außerdem ist noch eine Anwendung des Indicators zu besprechen, welche sofort in die Augen springt, wenn man bedenkt, daß die Indicatorcurve, wie andre Curven, als aus rechtwinkligen Coordinaten entstanden gedacht werden kann, wovon die Abscissen die Kolbenstände oder der Hub, die Ordinaten die Pressungen sind. Demnach giebt sie die gesammte Pressung auf eine Seite des Kolbens während des Spieles und die Kenntniß dieses Elementes führt mit Leichtigkeit zur Ermittelung der geleisteten Arbeit, macht also den Indicator zu einem sehr schätzbaren Dynamometer für Dampfmaschinen.

Ehe wir die specielle Anwendung des Indicators zur Aufsuchung von Fehlern an einer Dampfmaschine durchgehen, wollen wir die Verschiedenheit der Diogramme bei

*) Diese Figur so wie mehrere andere Figuren dieser Abhandlung, sind entlehnt aus der einzigen, dem Verfasser bekannt gewordenen Monographie über den vorliegenden Gegenstand, nämlich aus: **Main & Brown, the Indicator and Dynamometer. London, Hebert 1847.**

verschiedenen Arten von Maschinen betrachten. Die Figuren 6 u. folgd. Tafel XXIV sind von sehr verschiedenen Maschinen entnommen und hier aus den Schriften von Main und Brown, von Morin, Combes u. s. w. entlehnt. Um mit Einfacherem zu beginnen führen wir erst in Figur 7 das Indicatordiagramm einer Cornwaller einfachwirkenden Dampfmaschine, wie sie zur Wasserhaltung auf den United und Consolidated Mines gebraucht wird an. Die Linie 0 giebt den atmosphärischen Druck. Bei B sehen wir, wie in Folge der plötzlichen Oeffnung des Eintrittsventiles der Zeiger plötzlich steigt, sodaß der Dampf schon ziemlich mit dem Beginne des Dampfkolbenniederganges seine volle Spannung erlangt hat; er behält dieselbe bei bis N, ungefähr auf $^1/_5$ seines Laufes, wo durch das rasche Sinken der Curve der Schluß des Eintrittsventils angezeigt wird; das Sinken geht fort bis an das Ende des Hubes, wo das Gleichgewichtsventil geöffnet wird und die Circulation des Dampfes im Cylinder, über und unter dem Kolben beginnt, was bei E mit einer bemerkbaren Senkung verbunden ist, indem der Raum unter dem Kolben vorher mit dem Condensator in Verbindung war. Nachdem während des Aufganges eine ziemlich gleichbleibende Pressung von E bis D stattgefunden hat, tritt bis D, wo sich das Gleichgewichtsventil schließt, in Folge der Zusammenpressung des Dampfes durch den mit beschleunigter Geschwindigkeit von der niedersinkenden Gestänglast aufgezogenen Dampfkolben eine schnelle Steigung ein, welche sogar die atmosphärische Pressung etwas übertrifft und demgemäß muß nach Vollendung des Laufes, wo sich das Austrittsventil öffnet, zunächst erst wieder ein kleines Sinken eintreten, ehe mit Eröffnung des Eintrittsventiles durch Zutritt von neuem Dampfe der Indicatorzeiger wieder nach M emporsteigen kann.

Figur 8 ist das Diagramm einer Hochdruckmaschine ohne Expansion, bei welcher der ausgeblasene Dampf durch einen fließenden Wasserstrahl unvollkommen condensirt wurde. Es ist wie das vorige vom Deckel der Maschine entnommen. Der Indicatorkolben gelangt hier gar nicht unter die Linie des atmosphärischen Druckes, sondern der einströmende Dampf beginnt sehr bald nach dem Anfange des Nierderganges mit vollem Drucke auf den Kolben zu wirken, seine Pressung sinkt kurz vor dem Ende des Hubes etwas und dann sehr plötzlich, jedoch bleibt sie immer noch über der atmosphärischen Spannung, mit der sie beim Aufgange des Dampfkolbens austritt.

Figur 9 ist eine Hochdruckmaschine mit Expansion und einer Condensation ähnlich der vorigen ohne besondern Condensator. Hier ist der Dampfaustritt durch später zu erwähnende Gebrechen der Maschine sehr gestört, der Dampfeintritt erfolgt nur von A bis B mit vollem Dampfe, bei

B beginnt die Expansion und noch stärker sinkt die Spannung nach Eröffnung des Austritts bei C.

Das Diagramm Figur 10 gehört einer Schiffsmaschine, einer Niederdruckmaschine, die mit oder ohne Expansion und mit Condensation arbeitet; hier ist jedoch keine Expansion angewendet, daher die obere Linie A B der Figur, welche die Dampfpressung beim Eintritt bedeutet, ziemlich parallel mit der Nulllinie läuft. Die geringe Höhe, in welcher sie über derselben liegt, beweist die geringe Spannung der Dämpfe, also daß man eine Niederdruckmaschine habe.

Eine Niederdruckmaschine mit Expansion und Condensation lieferte das Diagramm Figur 6, dessen Erläuterung schon früher versucht wurde.

Figur 11 und 12 sind Indicatorcurven, welche von den Deckeln einer zweicylindrischen Dampfmaschine entnommen sind, bei welcher der Dampf zuerst in einem kleinen Cylinder wirkt und dann in einen großen Cylinder ausströmt, wo er bloß durch Expansion arbeitet. Figur 11 sieht daher dem Diagramm Fig. 6 sehr ähnlich, während Figur 12 einen hyperbolischen Bogen zeigt, wie ihn das Gesetz der Expansion verlangt. Der Dampf erlangt sofort mit der niedergehenden Bewegung des Kolbens (bei Figur 11) seine volle Spannung und bewahrt sie auf ein Drittel seines Weges, worauf erst ein langsames und von c an ein schnelles Sinken der Pressung eintritt, ohne daß jedoch während des Nierderganges der Dampf unter die atmosphärische Pressung hinabsänke. Dieses erfolgt beim Aufgange allerdings, wo der Dampf im großen Cylinder expandirend wirkt. In Figur 12 sieht man sogleich vom Anfange ein rapides Sinken der Spannung, welche sich bis d über der atmosphärischen Pressung hält, aber dann bedeutend unter dieselbe herabgeht. Beim Aufgange findet, wie die Curve bea lehrt, nur ein schwacher Gegendruck statt, der von dem nach dem Condensator abfließenden Dampfe erzeugt wird.

Endlich geben wir in Figur 13 noch das Diagramm einer Locomotive und zwar in zwei Zuständen, bei langsamen Gange und kurz nach dem Ingangsetzen der Maschine (punktirte Curve), was uns zu weitern Betrachtungen Anlaß geben wird. Vorläufig sehen wir nur eine Hochdruckmaschine ohne Expansion und Condensation.

Aus dieser Vorführung von Beispielen lernen wir zunächst, daß die obere Seite des Diagramms die Dampfzulassung erkennen und bestimmen läßt, ob der Dampf mit hoher oder niederer Spannung, während des ganzen oder eines Theiles des Hubes eintrete, daß ferner die untere Seite der Figur den Dampfaustritt bedeute und uns lehre, ob derselbe mit mehr oder weniger Pressung als eine Atmosphäre erfolge (Condensation), daß endlich aus den beiden andern Seiten der Figur die Schnelligkeit und Zweck-

mäßigkeit des Dampfein- und austritts erkannt werde. Letzterer Gegenstand muß uns nun näher beschäftigen.

Die Fehler, welche beim Dampfein- und austritte vorkommen können, beziehen sich theils auf den Dampfschieber und zwar auf dessen Dimensionen, Stellung, Dichtheit und Bewegungstheile, theils auf die Dampfwege und das Drosselventil, theils auf den Condensator.

Bekanntlich hat man ursprünglich den Dampfeintritt und Austritt nicht eher erfolgen lassen, als mit vollendetem Hube, während man jetzt dem Schieber einiges Voreilen giebt, um beim Niedergange schon volle Dämpfe auf dem Kolben zu haben und dem abströmenden Dampfe eine volle Oeffnung zum Abflusse zu verschaffen, also den Gegendruck zu vermindern. Tritt der Dampf erst ein, wenn bereits der Niedergang erfolgt, so wird man an der Indicatorcurve eine allmählige Zunahme der Spannung beim Eintritte bemerken müssen, vergl. Figur 14 bei M an dem Diagramm einer Cornwaller Dampfmaschine, oder noch deutlicher Figur 15 bei A an einem Diagramm, das durch absichtliches Vermindern des Voreilens bei einer Schiffsmaschine erhalten wurde. Im gehörigen Zustande gab diese Maschine das Diagramm Figur 6. Ebenso bei Figur 16, an einer Dampfmaschine mit Ventilsteuerung, wo die Oeffnung der Ventile stets erst mit vollendetem Hube erfolgte.

Gleichzeitig mit dieser Abrundung muß aber auch die entgegenstehende Ecke der Figur eine solche Veränderung erleiden, indem beim Austritte der Dampf eine größere Hemmung erfährt und seine Pressung also nur allmählig sinken kann, siehe Fig. 15 bei C. Ist die Maschine eine Expansionsmaschine, so wird dabei auch die Expansion verspätet, siehe Fig. 15 B im Vergleich zu Figur 6 bei C, und wenn der Mangel an Voreilen sehr groß ist, so wird sich in der Ecke D noch ein anderes Zeichen einstellen. Der Dampf kann nämlich nicht austreten, sondern wird comprimirt gegen das Ende des Kolbenaufganges, so daß seine Pressung höher steigen kann, als diejenige, mit welcher alsdann der frische Dampf durch die noch sehr enge Eintrittsöffnung wieder eintritt.

Ein solcher Höcker, wie D am äußersten Ende des Kolbenhubes bedeutete auch in Figur 14 bei O eine Comprimirung des Dampfes, die allerdings hier aus einer andern Ursache herstammt, nämlich durch den beschleunigten Aufgang des Kolbens in Folge eines unrichtig balancirten Schachtgestänges verursacht wird.

Auf der untern Seite des Kolbens d. h. wenn man einen Indicator mit dem Untertheile des Cylinders verbindet, muß man bei doppelt wirkenden Maschinen dieselbe Figur erhalten. Wäre dies aber anders, so kann man aus dem Ergebniß dieser doppelten Beobachtung schließen, welche Ursache zum Grunde liegt. Ist nämlich das untere Diagramm richtig, so liegt der Fehler an der Construction des Schiebers und zeigt sich an demselben der entgegengesetzte Fehler, vergl. Fig. 17 und 18, so liegt die Schuld an der Länge der Schieberstange.

Bei einer etwas zu langen Schieberstange wird nämlich (Fig. 17) der Dampfeintritt verspätet und der Austritt erfolgt zu zeitig, daher die starken Abrundungen der Indicatorcurve bei A und B. Während aber die obere Linie oder der Weg des Dampfeintritts verkürzt wird, sieht man an der untern Seite im Gegentheil eine Verlängerung des Dampfaustritts. Ein vom Boden derselben Maschine entnommenes Diagramm würde dagegen die Fehler zeigen, welche einer zu kurzen Schieberstange entsprechen und welche, siehe Fig. 18, in einem zu zeitigen Dampfeintritte und verspäteten Dampfaustritte bestehen. Hier sehen wir eine viel längere obere Seite und kürzere untere Seite, die Expansion fällt fast ganz weg, und die Ecke D der Figur, welche die Dampfcomprimirung angiebt, erhält eine ungebührliche Ausdehnung.

Ist zu wenig Voreilen gegeben, so erhält man eine Figur, ähnlich der letzten, nach links verzogen, siehe Fig. 16. Bei manchen Expansionsvorrichtungen erhält man für höhere Expansion solche Curven, vergl. Fig. 20.

Undichtheit des Dampfschiebers wird man an zu langsamer Abnahme der Spannung erkennen, namentlich bei dem Expansionsschieber, wenn die Curve sehr von der Hyperbel abweichet. Jedoch muß man im letztern Falle noch untersuchen, ob nicht vielleicht Wasser, welches von den Dämpfen mit in den Cylinder gerissen worden sein könnte, Schuld daran ist. Dieses Wasser dehnt sich nämlich, namentlich wenn der Cylinder von Wasserdämpfen umspielt wird, wie z. B. bei den Cornwaller Maschinen, während der Expansion aus und vermehrt die Spannung der Dämpfe. In den Indicatorcurven der Cornwaller Maschinen sind die Hyperbeln eingetragen, welche in Folge der Expansion zu erwarten stünden und man kann sich von dem Einflusse dieser secundären Dämpfe überzeugen.

Mangel an Steifheit der Bewegungstheile der Schieber wird in den Indicatorcurven sichtbar, wenn man sofort mit dem Anlassen der Maschine und später während des regulären Betriebes beobachtet. Figur 13. giebt hierzu eine schöne Erläuterung. Die punktirte Curve gilt für den Moment des Anlassens, die ausgezogene entspricht dem langsamen Gange bei voller Belastung der Locomotive. In letzterer Curve sind die regelmäßigen Formen der Ecken, welche in der ersten ein ziemlich zweckmäßiges Voreilen andeuten, verwischt, sowohl beim Eintritt als Austritt der Dämpfe; vorm Eintreten bemerken wir eine sehr starke Compression und beim Austreten eine sehr langsame Abnahme in der Spannung der Dämpfe. Die einzige Ursache für diese Erscheinung ist die Biegsamkeit der Schie-

berstangen und Wellen und die demgemäß eintretende Derangirung der Steuerung.

Erhält man übrigens auffallende Unregelmäßigkeiten an den Indicatorcurven, so muß man sich erst überzeugen, ob sich nicht der Indicator selbst in fehlerhaftem Zustande befindet. Bei den ältern Instrumenten mit Kolbenpackung entstehen z. B. beim Niedergange des Indicatorkolbens stufenartige Absätze, ähnlich wie in Figur **14**, wenn die Packung so scharf gemacht ist, daß der Kolben schwer geht.

Gehen die Schnuren zu schlaff, oder sind sie zu straff gespannt, so erhält man sehr scharfe Ecken beim Dampfkolbenaufgange und Rückgange, weil alsdann die Papierrolle eine Zeit lang stille stehen wird.

Weniger mannichfaltig als die so eben abgehandelten Merkmahle einer fehlerhaften Dampfvertheilung sind die Kennzeichen für Fehler in der Größe der Dampfwege. Kleinheit der Dampfwege wird sich beim Eintritte durch den Mangel einer constanten Pressung und beim Austritte durch die Langsamkeit, mit welcher die Pressung sinkt zu erkennen geben. Die obere und untere Linie der Figur werden also aufhören, horizontal zu sein und die Figur wird trapezförmig. Figur **21** zeigt dieses Verhältniß sehr deutlich. Von A bis B sinkt die Pressung, statt sich auf gleicher Höhe zu erhalten und statt daß der austretende Dampf sofort bis auf die Pressung des Condensators hinabsinken könnte, fällt seine Spannung langsam von C bis D. Weniger auffallend ist dieser Fehler schon bei der Maschine, von welcher Fig. **10** entnommen ist, dagegen zeigt er sich in hohem Grade an Figur **9**, wo auf das langsame Sinken von C bis D sofort wieder eine Comprimirung der austretenden Dämpfe folgt. In Figur **11** liegt aber ebenfalls dieser Fehler klar am Tage.

Sind die Weiten der Dampfcanäle durch die Stellung des Drosselventils verkümmert, so läßt sich dieses durch die Verminderung der Spannung beim Eintritt erkennen. Figur **16** zeigt ein Diagramm, welches einer Hochdruckmaschine mit Ventilsteuerung entnommen ist, bei welcher die Ventile sich erst mit beginnendem Hube öffnen. Der Dampfeintritt erfolgt plötzlich, aber die Pressung steigert sich natürlich erst nach und nach zu der erforderlichen Höhe, der Dampfaustritt beginnt eben so plötzlich mit dem Niedergange, daher bei B sogar eine Spitze entsteht, aber der Austrittscanal hat eine zu kleine Oeffnung, denn die Spannung sinkt nur allmählig von B bis C. In der Figur sind mehrere Curven übereinander gezeichnet, wovon das Diagramm (1) für den Moment des Ingangsetzens, (2) kurz darauf, (3) bei normalem Gange, (4) bei theilweise geschlossenem Drosselventile entnommen ist. Letztere Curve, deren obere Linie auffallend tief liegt, fällt noch dadurch auf, daß die untere Seite, welche die Pressung beim Austritt bedeutet, ebenfalls niedriger liegt und mehr wagerecht verläuft, was sich allerdings dadurch erklärt, daß bei geringerer Spannung des Dampfes und gleicher Expansion natürlich die endliche Pressung ebenfalls eine geringere ist und auch weniger Austrittshindernisse stattfinden. Die Figuren **11** und **12** sind ebenfalls Belege hierzu, indem die punktirten Curven bei offenem, die ausgezogenen bei mehr geschlossenem Drosselventile erhalten wurden.

Mängel des Condensators werden sich endlich ebenfalls aus den Indicatorcurven errathen lassen, wenn man die untere Seite derselben betrachtet. Fällt nämlich, wie in Figur **21**, diese Seite sehr langsam, so kann dies außer an der Austrittsöffnung, auch an der mangelnden Capacität des Condensators oder der Luftpumpe liegen und man wird daher auch letztere untersuchen müssen, ehe man Gewißheit über die Ursache dieser Erscheinung erlangt.

Anhangsweise wäre zu dieser Auseinandersetzung der Anwendung des Indicators zur Erkennung der Mängel einer Dampfmaschine noch hinzuzufügen, daß man auch Schiebercurven mit dem Indicator abnehmen kann, wenn man die Bewegung der Papiertrommel (statt von der Kolbenstange) von der Schieberstange abhängig macht. Die Curven, welche hierbei erhalten werden, und wovon Figur **22** ein Beispiel giebt, können dazu dienen, näheren Aufschluß über die Schieberwege u. s. w. zu verbreiten.

Man verbindet dazu die Schnure P mit dem Querhaupte der Schieberstange und schraubt den Indicator auf dem obern oder untern Cylinderdeckel auf, je nachdem man über den obern Schieber oder den untern Aufschluß haben will. Die Kennzeichen, an welchen man die verschiedenen Vorgänge wahrnimmt, sind ähnlich wie bei den gewöhnlichen Indicatorcurven. Wenn sich der Bleistift von links nach rechts bewegt, so hebt sich der Schieber, ist die Bewegung die entgegengesetzte, so fällt der Schieber; ein Steigen oder Fallen der Dampfpressung verursacht ferner dieselbe Bewegung des Bleistifts. Die Veränderungen der Pressung erscheinen also hier abhängig von den Stellungen des Schiebers, was eine sehr unmittelbare Auffassung der Dampfeintrittsverhältnisse gewährt.

Die Länge einer solchen Curve entspricht dem Hube des Schiebers (wenigstens muß die Uebertragung der Bewegung so vermittelt werden, daß diese Proportionalität erlangt wird). Be A ist der Schieber im tiefsten Stande. er steigt auf bis B, ohne daß der Zeiger steigt, was eine constant bleibende Pressung, oder specieller gesagt, ein gutes Vacuum, andeutet. Bei weiterm Steigen des Schiebers von B bis C tritt auch ein Steigen der Pressung ein und zwar rührt dies von der Compression der im Cylinder befindlichen Dämpfe her. Der plötzliche Sprung bei C deutet den Eintritt von frischem Dampfe an, welcher bis D fortdauert und hierauf beginnt wieder der Niedergang des Schiebers, welcher weniger markirt ist, als der Aufgang.

Denkt man sich einen Schieber hierzu, und zwar horizontal auf der Linie ab liegend, so muß also in der tiefsten Stellung der oberste Rand des Schiebers in a befindlich sein, damit der Dampf durch den Dampfweg bb¹ ungehindert mit dem Condensator in Verbindung stehe; da aber bei b die Comprimirung entsteht, so muß alsdann der Schieber mit seiner obersten Kante bis b reichen und weil neuer Dampf eintritt, sobald diese Kante bis c gekommen ist, so muß in dieser Stellung die innere Kante des Schiebers bei b' stehen, also die Länge der Schieberfläche betragen cb'; endlich ergiebt sich die größte Dampföffnung gleich cd, weil der Schieber noch bis d steigt. Da ein wesentlicherer Vortheil von dieser Art von Beobachtungen nicht zu erwarten steht, so wird vorstehende Erwähnung derselben genügen.

Ebenso wenig dürfte es nöthig sein, ausführlich über Indicatorcurven zu sprechen, bei deren Abnahme die Spannfeder in der Papierrolle herausgenommen und dieser Rolle eine gleichförmige rotirende Bewegung mitgetheilt worden ist. Diese Curven sind natürlich nicht geschlossen, sondern zeigen die auf und niedersteigende Bewegung des Kolbens in Folge der wachsenden oder abnehmenden Spannung der Dämpfe in periodisch wiederkehrenden Windungen. Hierbei erhält man allerdings eine richtigere Einsicht in die Schnelligkeit der Ab oder Zunahme der Dampfspannung, als durch die geschlossenen Curven, bedarf aber auch einer complicirteren Vorrichtung an der Maschine und gelangt langsamer zum Ziele.

Wir kommen nun zu der zweiten Anwendung des Indicators, zu seiner Verwendung als Dynamometer. Nach dem Vorigen wissen wir, daß die Länge der Indicatorcurven abhängt von dem Hube des Kolbens und daß die Ordinaten dieser Curven nach der Skala des Instrumentes die Dampfspannungen messen, und zwar den Ueberdruck des Dampfes über die atmosphärische Pressung oder den Ueberdruck der Atmosphäre über die Dampfpressung im Cylinder, je nachdem die Curve über oder unter der Nulllinie der Skala hinläuft. Genau genommen erhält man durch eine Beobachtung nur Pressungen, welche auf derselben Seite des Kolbens stattfinden, jedoch wird man, wenigstens bei doppelt wirkenden Maschinen, nicht sehr irren, wenn man annimmt, daß auf der andern Seite genau derselbe Proceß vor sich gehe, und deshalb den untern Theil der Indicatorcurve auf Rechnung des Gegendruckes unter dem Kolben schreibt. Die untere Curve würde allerdings umgekehrt liegen, so daß ihre linke Seite rechts befindlich wäre u. s. w. Mißt man alsdann diese Coordinaten oberhalb und unterhalb der Nulllinie, so hat man zu denjenigen oberhalb der letztern Linie den Atmosphärendruck zu addiren und diejenigen unterhalb des Nullpunktes von der atmosphärischen Pressung abzuziehen, aus den

beiderseitigen Werthen die Mittelwerthe zu suchen und den letzten, auf die Curve unterhalb der Nulllinie bezüglichen Mittelwerth, von dem andern Mittelwerthe abzuziehen. Ganz dasselbe erhält man aber sogleich, wenn man die Ordinaten über der atmosphärischen Linie zu denjenigen unter derselben addirt, oder mit andern Worten den Flächenraum der Indicatorcurve sucht und aus ihm den Mittelwerth der Pressung bestimmt. Dieses Verfahren wollen wir noch an ein Paar Beispielen zeigen.

Voraus aber wird eine Bemerkung über die Eintheilung oder Prüfung der Skala nicht überflüssig sein. Die Stahlfeder, welche die Spannung der Dämpfe mißt, muß im natürlichen Zustande bis an den Nullpunkt der Skala reichen. Soll nun die Theilung nach Zehntel Atmosphären erfolgen, so wird, wenn der Indicatorkolben (wie bei dem dargestellten Instrumente) genau 1 Quadratcentimeter Fläche oder 11,8 Millimeter Durchmesser hat, eine Atmosphäre einem Drucke von 1,033 Kilogramm entsprechen. Um also die Theilung 10 antragen zu können, hängt man das Instrument verkehrt auf und belastet den Kolben vorsichtig mit 1,033 Kilogramme, bemerkt, wo der Zeiger stehen bleibt und schreibt dort 10 auf; eine Vermehrung um weitere 1,033 Kilgr. giebt den Punkt 20 u. s. f. Umgekehrt wird man den Theilstrich 10 unter Null erhalten, wenn man die Kolbenstange mit einem Drucke von 1,033 Kilgr. niederdrückt u. s. f. Ist die Feder gut, so werden die erhaltenen Theilstriche in gleichen Entfernungen stehen und man kann auf diese Proportionalität fußend, die Zwischentheile durch regelmäßige Theilung erhalten.

Man thut wohl, sich vor dem Versuche von dem guten Zustand des Instrumentes zu überzeugen.

Die englischen Instrumente sind gewöhnlich so graduirt, daß sie den Druck in Pfunden (avoir du poids) pro Quadratzoll angeben, was übrigens leicht auf Metermaaß zu übertragen ist, da 1 engl. Zoll = 2,54 Centim., folglich ein Quadratzoll = 6,45 Quadratcentimeter und 1 engl. Pfund = 0,4534 Kilgr. sind, folglich der Druck von 1 engl. Pfund auf 1 Quadratzoll gleich dem Drucke von 0,07 Kilgr. pro 1 Quadratcentimeter ist.

Beginnen wir die Beispiele über die Berechnung der Leistung einer Dampfmaschine nach ihren Indicatorcurven mit der einfachwirkenden Cornwaller Dampfmaschine, von welcher das Diagramm Figur 7 entnommen ist. Voraus haben wir uns zu vergegenwärtigen, daß wir allerdings in dieser Curve kein Maaß über die Pressung der Gegendämpfe gegeben haben. Wenn man indessen die bedeutende Expansion, bis zu welcher man hier geht, und die Weite aller Ausflußcanäle, so wie endlich die Geschwindigkeit des niedersteigenden Dampfkolbens erwägt, so wird man wohl berechtigt sein, diesen Gegendruck gleich dem Drucke im Condensator anzunehmen. Es ist deshalb in

dem Abstande von 0,069 Kilgr. (= 0,067 Atmosphären), welcher der durch ein Barometer gemessenen Condensatorspannung entspricht, über der Linie des absoluten Vacuums (oder der Theillinie 10 unter dem Nullpuncte) eine Linie gezogen, worden und von ihr aus wird man nun die Ordinaten nach der obern Seite der Indicatorcurve zu messen haben, oder man kann auch von der Linie des absoluten Vacuums ausrechnen und diesen Widerstand später in Abzug bringen.

Die Länge der Linien AC beträgt 134 Millimeter, während der Hub der Maschine 3,246 Meter beträgt. Der Querschnitt des Dampfkolbens, welcher 80 Zoll englisch oder 2,03 Meter mißt, ergiebt sich zu 32421 Quadratcentimetern. Die Länge der Ordinaten der Indicatorcurve ist nach dem Maaßstabe der Skala gemessen und in die Curve aufgetragen worden, nachdem dieselbe, oder richtiger AC, in 8 gleiche Theile getheilt worden ist; wovon jeder 16,75 Millimeter mißt.

Zur Quadratur der Curve AMNEC bedienen wir uns der Simpson'schen Regel, nach welcher der Inhalt einer in eine gerade Anzahl n von Theilen zerfällten Curve aus den Coordinaten $y_0, y_1, y_2, y_3, \ldots y_n$ und dem gleichen Abstande a derselben, gegeben wird durch die Formel

$$F = \frac{a}{3}[y_0 + y_n + 4(y_1 + y_3 + y_5 + \ldots) + 2(y_2 + y_4 + y_6 \ldots)].$$

Man erhält also hier

$$F = \frac{16,75}{3}[2,2 + 0,62 + 4(2,2 + 1,67 + 1,06 + 0,7) + 2(2,2 + 1,28 + 0,83)] = \frac{16,75}{3}.(2,82 + 31,14) = 189,610.$$

Hiervon ist abzuziehen das Rechteck AFGC, welches der Differenz zwischen der Spannung im Condensator und dem absoluten Vacuum entspricht (AC war die Linie des absoluten Vacuums und FG ist die Linie des Condensatorvacuums). Da die Differenz 0,069 beträgt, so hat man den Flächenraum dieses Rechtecks gleich 134 . 0,069 = 9,246. Subtrahirt man beide von einander, so behält man 189,610 — 9,246 = 180,364.

Die mittlere Pressung pro Quadratcentimeter beträgt hiernach $\frac{180,364}{134} = 1,346$ Kilgr.

Wenn wir diese nun mit dem Querschnitte des Dampfkolbens in Quadratcentimetern und dem Hube multipliciren, so ergibt sich als Arbeit des Dampfes beim Niedergange:

$$1,346 . 3,426 . 32421 = 149506 \text{ Kilogrammmeter.}$$

Wir bemerken, daß streng genommen in obiger Rechnung deßhalb ein Fehler enthalten ist, weil die Curve bei

M als voll angesehen und nach der punktirten Linie MN berechnet worden ist.

Beim Aufgange findet durch die Comprimirung des Dampfes von D nach B noch ein kleiner Widerstand statt, welcher durch das Dreieck DHB gemessen wird. Da die Basis dieses Dreiecks 20 Millimeter, die Höhe aber 0,66 beträgt, so hat man als Arbeitsverlust in Abzug zu bringen:

$$\frac{\frac{20}{2}.0,66}{134}.32421.3,426 = 5471 \text{ Kilogrammmeter}$$

und erhält daher als wirkliche Arbeit des Kolbens:

$$149506 - 5471 = 144035 \text{ Kilogrammmeter pro Spiel.}$$

Wäre die Spielzahl pro Minute gegeben, so könnte man durch Multiplication obiger Arbeit mit derselben und durch Division mit 60 . 75 Meterkilogramm die Zahl von Pferdekräften bestimmen, welche die Maschine leistet.

Die in Figur 11 und 12 dargestellten Indicatorcurven der zweicylindrigen Dampfmaschine von Nillus würden folgendermaßen zu berechnen sein. Wir ziehen zunächst die Linien ab, welche den Aufgang vom Niedergange trennen und theilen sie in je 10 gleiche Theile, errichten in den Theilpunkten Perpendikel und messen deren Längen. Diese Curven sind mit einem Indicator von Macnaught genommen, weshalb die Skala nach englischen Pfunden angegeben ist. Verfährt man bei der Quadratur wie oben, so ergiebt sich, daß für Figur 11 beim Niedergange der mittlere Druck 23,5 Pfund, beim Aufgange 11 Pfund betrage und man hat demnach als Druck auf den kleinen Dampfkolben anzusetzen:

$$23,5 - 11 = 12,5 \text{ Pfund pro Quadratzoll.}$$

In dem großen Cylinder, Figur 12, wo der Dampf nur durch Expansion wirkt, beträgt der Mittelwerth der Spannung beim Nidergange 11,226 Pfund und der Gegendruck des Condensators 3,981 Pfund, so daß für diesen Cylinder die effective Pressung

$$11,226 - 3,981 = 7,245 \text{ Pfund pro Quadratzoll beträgt.}$$

Wenn nun die Maschine 18 Spiele pro Minute macht und der Durchmesser des kleinen Cylinders 19 Zoll englisch, derjenige des großen 32 Zoll mißt, die Hubhöhe aber bei jenem 5,15 Fuß, bei diesem 6,56 Fuß beträgt, so hat man als Kolbenfläche des kleinen und großen Kolbens resp. 284 und 805 Quadratzoll anzusetzen und erhält als Arbeit pro Spiel

für den kleinen Cylinder 5,15 . 12,5 . 284 = 18282 Fußpfd.
für den großen Cylinder 6,56 . 7,245 . 805 = 38259 Fußpfd.
also in Summa 56541 Fußpfd.

oder wenn man eine Pferdekraft zu 33000 Fußpfund pro Minute annimmt, eine Leistung von

$$\frac{2 . 18 . 56541}{33000} = 61^2/_3 \text{ Pferdekräften.}$$

Als letztes Beispiel berechnen wir noch die Leistung der Schiffsmaschine, welcher das in Figur 6 dargestellte Diagramm zu kommt. Auch hier würden wir die im Nullpunkte der Skala gezogene horizontale Linie in gleiche Theile theilen und nach der simpson'schen Regel die Quadratur vornehmen, da uns aber der Maaßstab zu der Absciſſenlinie fehlt, so schlagen wir den zwar etwas ungenaueren, aber bei einer hinreichenden Zahl von zu messenden Ordinaten genügenden Weg ein, daß wir zwischen je zwei Ordinaten die Weite der Curve messen und aus den erhaltenen Resultaten das arithmetische Mittel nehmen. In der Figur sind die Pressungen in Pfunden eingeschrieben und das Mittel aus diesen 20 Werthen beträgt 15,05 Pfund.

Die Maschine macht 38 ganze Spiele und der Cylinder hat 20 Zoll Durchmesser, folglich 314,2 Quadratzoll Fläche. Demnach beträgt der Druck auf den Kolben

$$314{,}2 \,.\, 15{,}05 = 4728{,}71 \text{ Pfund.}$$

Da der Hub 2 Fuß mißt, so ergiebt sich alsdann die Leistung pro Minute zu

$$2 \,.\, 2 \,.\, 38 \,.\, 4728{,}71 = 718764 \text{ Fußpfund}$$

oder, in Pferdekräften zu 33000 Fußpfund, zu

$$\frac{718764}{33000} = 21^3/_4 \text{ Pferdekräften.}$$

Man zieht in England gewöhnlich 1 bis 1,5 Pfund Druck pro Quadratzoll von der aus der Indicatorcurve abgeleiteten mittleren Pressung für die Reibung ab, und setzt die so berechnete Leistung als die effective Leistung der Maschine an. Sollte aber auch diese Annahme auf Beobachtungen gegründet sein, so ist dieses Verfahren doch gewiß nicht zu rechtfertigen, wenn es sich um genauere Versuche handelt.

Man kann übrigens durch directe Beobachtung mit dem Indicator die Reibungswiderstände der Maschine bestimmen, wenn man die Maschine ohne Last durch bloße Stellung des Drosselventiles in denjenigen Gang bringt, für welchen man die Kraftmessung vorgenommen hat, und alsdann eine Indicatorcurve abnimmt. Daß dieser Versuch höchst delicat und bei Maschinen, die nicht gut balancirt sind, kaum ausführbar sei, liegt auf der Hand. Ueberdieß kann man noch dagegen einwenden, daß die Reibungswiderstände gewiß auch mit der Belastung wachsen und daß die Arbeit, welche die Pumpen in Anspruch nehmen, beim belasteten Gange eine viel größere sein müsse, als für die unbelastete Maschine.

Am Schlusse dieses Aufsatzes bemerken wir noch, daß Morin namentlich für dynamometrische Zwecke, einen Indicator mit parallelepipedischer Feder construirt hat, bei welchem die Messung der Dampfspannungen allerdings sicherer erfolgt. Derselbe ist in Armengaud, Publication Industrielle, 3e vol. und in Morin, Leçons de Mécanique pratique, Tom I et III beschrieben und abgebildet. Da er aber ohnstreitig viel complicirter, als der gewöhnliche Indicator ist und letzterer für praktische Zwecke eine ausreichende Genauigkeit gewähren dürfte, so begnügen wir uns hier mit der Verweisung auf die obigen Quellen, wo vielfache Beispiele über die Anwendung desselben gegeben sind.

Möge vorliegende kleine Abhandlung über dieses für den Ingenieur und Maschinisten so werthvolle Instrument die gute Folge haben, die Aufmerksamkeit des technischen Publikums etwas mehr darauf zu richten und uns bald eine vollkommenere Behandlung dieses Gegenstandes, den der Verfasser mehr nur nach den citirten Quellen, als nach eigenen Erfahrungen kennt, zu verschaffen.

Freiberg d. 2. December 1849.

K. R. Bornemann.

Ueber die Crampton'sche Einrichtung an Locomotiven.

In den Sitzungen des Instituts der Civilingenieure in London am 8. April, 1. und 8. Mai d. J. fanden Discussionen über eine Brochüre von Crampton, in welcher er die Construction seiner Locomotiven abhandelt statt.

Die Betrachtung, daß die Dauer der arbeitenden Theile der Locomotive sowohl, als die Erhaltung der Oberbaues von dem ruhigen und regelmäßigen Gang, von der Stabilität der Locomotive bei großer Fahrgeschwindigkeit abhängen, hat den Verfasser der Brochüre bestimmt, eine Reihe von Abänderungen in der gewöhnlichen Construction dieser Maschinen vorzunehmen. Er entfernt nämlich die Treibräder von dem Mittelpunkte der Locomotive und setzt sie hinter den Feuerkasten, um das ganze Gewicht entweder auf oder zwischen die äußersten Stützpunkte zu verlegen. Hierdurch wird der Schwerpunkt so tief gelegt, daß bei einer schmalspurigen Bahn der Stabilitätswinkel derselbe ist, der er bisher nur bei breitspurigen Bahnen sein konnte. Sämmtliche für sich bestehende Theile des Mechanismus legt Crampton anstatt, wie bisher, unter den Kessel der Locomotive, neben denselben und erleichtert auf diese Weise die Beaufsichtigung, Unterhaltung und Reparatur derselben. Diese Anordnungen machen es zugleich möglich, bei gegebener Länge der Locomotiven eine bedeutend große Heizfläche zu gewinnen, als Locomotiven von der gewöhnlichen Construction bei viel größerm Gewicht besitzen, mit.

hin neben Verminderung des Gewichts die Leistungsfähigkeit der Locomotiven zu vermehren. Diese Anordnung gestattet ferner, mit Vortheil den Tender mit der Locomotive zu vereinigen, d. i. auf denselben Rädern und demselben Rahmen mit dem Kessel anzubringen, wie denn auch schon mehrere kleine Locomotiven nach diesem System gebaut worden sind.

Diese Grundsätze wurden durch eine Reihe von Zeichnungen erläutert, die Abänderungen in der bisherigen Construction der Locomotiven darstellend, wie sie die besondern Verhältnisse jeder Bahn erfordern, je nachdem entweder die Rücksicht auf Brennmaterialersparniß, oder auf gesteigerte Fahrgeschwindigkeit vorwiegt. Es wurde in Folge der hierüber erhobenen Discussion anerkannt, daß, wenn die Treibräder hinter den Schwerpunkt der Locomotive verlegt werden, allerdings die Stabilität derselben, zugleich aber auch im Fall eines Bruchs der vordern Achse die Gefahr des Deraillirens größer wird. Beispiele hierfür liefern die Locomotiven der Gebrüder Scharp, bei welchen die Vorderachse sich genauer, als bei allen andern Locomotiven unter dem Schwerpunkte befindet. Diese Locomotiven schwanken mehr, bieten aber auch im Fall eines Bruchs der Vorderachse größere Sicherheit dar, als solche, bei denen sich die Vorderachse näher beim Feuerkasten befindet. Anders verhält es sich natürlich, wenn die Treibräder zwischen beiden andern Räderpaaren angebracht sind.

Der Verfasser stellt nun die Anfrage, ob, wenn seine Grundsätze für die Construction von Locomotiven ausgebildet werden, das Institut der Civilingenieure nicht für gut fände, sie den Locomotivenbauern zu empfehlen, um denselben sichere Anhaltspunkte, für die Vertheilung des Gewichts der Maschinen auf die Räder und für Erlangung einer größern Stabililität der ersteren zu geben. In der hierauf folgenden Discussion bemühten sich mehrere Redner darzuthun, daß nicht sowohl die Art der Vertheilung des Gewichts auf die Räder, sondern vielmehr die Entfernung dieses letzteren von einander, die Größe der Basis, auf welcher die Locomotive ruhe, es sey, welche die Stabilität derselben bedinge. Crampton entgegnet hierauf, daß durch Entfernung der Räder von einander mithin durch Vergrößerung der Basis bei Locomotiven älterer Construction immerhin ein höherer Grad von Stabilität erzielt werden möge, demungeachtet werde aber, wenn die Stabilität bewiesen sei, daß von zwei Locomotiven deren Räder gleichweit von einander entfernt seien, diejenigen mehr Stabilität besitze, bei welcher die Treibräder anstatt in der Mitte, am Ende angebracht sind, diesem Constructionssystem der Vorzug zu geben sei. Als Beispiel hierfür wurde eine kleine Locomotive angeführt, bei welcher die Entfernung der Achsen weniger als 9 engl. Fuß beträgt und welche bei einer Fahrgeschwindigkeit von 43 Meilen in der Stunde einen vollkommen ruhigen, stabilen Gang zeigt. Bei dieser Locomotive liegt der Schwerpunkt sehr tief, die an den Enden angebrachten Räder tragen den größten Theil des Gewichts. Mehrere anwesende Ingenieure sprachen sich dahin aus, daß in England keine zweite Locomotive existire, welche bei gleicher Entfernung ohne Gefahr, mit der oben angegebenen Geschwindigkeit in Gang gesetzt werden könne. Die Richtigkeit des Grundsatzes, die Belastung der mittleren Räder möglichst zu vermindern, wurde auch durch die Erfahrung der Wagenbauer der London-Nord-Westernbahn bestätigt, welche bei ihren sechsrädrigen Wagen sich genöthigt sahen, durch Schwächung der Federn des mittleren Räderpaares einen Theil der Belastung desselben auf die äußeren beiden Räderpaare überzutragen, ferner durch verschiedene Ingenieure welche bei sechsrädrigen Tendern auf demselben Wege einen weit ruhigern, stabilern Gang erzielten. Man einigte sich darüber: es wäre zu wünschen, daß bei allen Locomotiven der Schwerpunkt, so wohl um einen bedeutendren Stabilitätswinkel zu gewinnen, als auch, um den Umfang der Räder in ein richtiges Verhältniß zu der Capacität der Cylinder zu setzen, um bei möglicher Ersparniß an Brennmaterial immer noch eine hinreichende Fahrgeschwindigkeit erzielen und zugleich die Locomotive mit möglichst wenig Zeitverlust aus dem Zustand der Ruhe in vollen Gang setzen zu können, was für den Betrieb von Bahnen, auf welchen sich die Züge zu kurzen Zeiträumen folgen, von besondern Werth wäre.

Hinsichtlich des letzteren Zweckes äußerten mehrere Redner die Ansicht, daß sie hierfür kleine Raddurchmesser für wesentlich halten, indem die Erfahrung gelehrt habe, daß Locomotiven deren Raddurchmesser um 6 Zoll vermindert wurde, so fort weit leichter und schneller in Gang gesetzt werden konnten. Crampton stellt die Behauptung auf, daß bei einer gewissen Ausdehnung der Heizfläche, und vorausgesetzt, daß der Umfang der Räder im richtigen Verhältniß zu der Capacität der Cylinder stehe, die Zugkraft am Umfange der Räder dieselbe sein werde, ob der Durchmesser dieser letztern größer oder kleiner sei. Dies zugegeben sind Räder von größerm Durchmesser offenbar solchen von kleinerm Durchmesser vorzuziehn, weil erstere sich wenig schneller abnutzen als letztere. Die vorerwähnte Thatsache, daß nach Verminderung des Durchmessers der Räder die Locomotive schneller in Gang gesetzt werden könnte, beweise allerdings daß man in diesem Fall die Zugkraft vermehrt habe, nicht aber, daß kleine Räder besser seien, als große, sie beweise aber, daß der Umfang der Räder nicht im richtigen Verhältniß zu der Capacität der Cylinder gestanden habe. Hätte man anstatt den Dampfdruck oder den Durchmesser der Räder zu vermindern, in demselben Verhältnisse, die Capacität der Cylinder vermehrt

so würde man neben den Vortheil geringerer Abnutzung der Räder dieselbe Zugkraft gewonnen haben. Es wurde nachgewiesen, daß während der letzten 7 Jahre die Great-Westernbahn ihre großen zehnfüßigen Räder aufgegeben und mit sechs und siebenfüßigen vertauscht haben. Der Grund hiervon war, daß jene großen Räder in keinem Verhältniß zu der übrigen Construction der Locomotiven standen, während eine 7jährige Erfahrung lehrte, daß Räder von 6 und 7 Fuß Durchmesser dieser Bedingung entsprachen. Auf derselben Bahn wurde indessen der Durchmesser der Räder nach und nach auf 8 Fuß vergrößert und in diesem Augenblick baut man Locomotiven mit Rädern von 8 Fuß 6 Zoll Durchmesser.

Besondere Aufmerksamkeit zog eine Locomotive mit 4 gekuppelten Rädern auf sich, welche nach den Angaben Crampton's gebaut worden war und auffallend gut arbeitete. Das eine Räderpaar dieser Maschine war hinter den Heizkasten, daß andere in der Nähe des Rauchkastens und zwar so angebracht, daß jedes der beiden Räderpaare die Hälfte des Gewichts der Locomotive trug. Die Cylinder wirken auf eine unter dem Schwerpunkt der Locomotive angebrachte sich drehende Achse, mit welchen die beiden Räderpaare in derselben Weise verkuppelt waren, die man bei Locomotiven mit 6 gekuppelten Rädern wahrnimmt. Dieser Anordnung wurde großer Werth beigelegt, weil die Unebenheiten der Bahn nicht im Stande sind, Veränderungen in der Belastung der Räder hervorzubringen, wie sie bei allen anderen Locomotiven mit gekuppelten Rädern zu bemerken sind; außerdem gewährt dieselbe nicht allein vollkommene Stabilität der Locomotive, sondern auch ein Maximum von Zugkraft, indem sie den Widerstand auf alle 4 Räder gleich vertheilt. Die Maschine ist auf ihrem Rahmen befestigt, wie jede andere, der Rahmen hängt in Federn und die ganze Construction giebt der Locomotive ein gefälligeres Ansehen, als durch irgend eine andere zu erreichen ist. Durch die Befestigung der Treibachse an den Rahmen wird der Druck der Kuppelstangen auf die Schienen beseitigt, welcher besonders bei kurzen Kuppelstangen bedeutend ist, wenn auch, einige als nothwendige Folge dieses System betrachten, ein dem Gewichte des Kolben, der Kolbenstange und der Kurbel gleiches Gegengewicht an der Treibachse befestigt wird. Die senkrechte Wirkung dieses Drucks findet unter dem Mittelpunkte der Locomotive statt, geht von hier aus durch den Rahmen nach beiden Enden derselben und erreicht erst durch die Federn die Schienen, während bei andern Locomotiven diese Wirkung durch die Treibräder direct auf die Schienen stattfindet. Crampton bewies, daß dieses System, eine Treibachse in der Mitte zu befestigen, auch auf Locomotiven anwendbar sei, welche nur ein paar Treibräder hinter dem Feuerkasten besitzen, und daß dies die beste und

wohlfeilste Art sei, den schwankenden Gang einer Locomotive zu corrigiren, ob sie außen oder innen liegende Cylinder habe.

Die Gründe welche gegen sein System vorgebracht wurden, sind: der Druck der Kuppelstangen verursache, indem der durch die Treibräder auf die Schienen wirke, Schwankungen der Locomotive. Crampton bemerkt hingegen, daß die Kuppelstangen je nach ihrer Länge und Stellung allerdings einen gewissen senkrechten Druck ausüben, daß aber zu gleicher Zeit am entgegengesetzten Ende derselben, durch die Leitung der Kurbelstangen eine reactionäre Wirkung stattfinde, welche die Locomotive zu heben strebe. Diese letzte Wirkung finde bei Locomotiven, bei welchen die Treibräder hinter dem Feuerkasten angebracht sind, beinah unter dem Schwerpunkte des Kessels statt und und strebe diesen im Ganzen zu heben, so daß die Belastung aller 4 Räder in gleichem Maaße vermindert werde; bei sechsrädrigen Locomotiven dagegen, deren Treibräder sich in der Mitte befinden, findet die erwähnte Wirkung beinah ausschließlich auf die vordern Räder statt und strebe das Vordertheil der Locomotive zu heben; befindet sich nun die Locomotive zu gleicher Zeit auf einer Erhöhung des Geleises so sei offenbar Gefahr vorhanden.

Um sich über die wirkliche Bedeutung jenes Drucks der Kuppelstangen Gewißheit zu verschaffen, begleiteten 5 Mitglieder die Versammlung Crampton auf die Eisenbahn nach Dover, wo drei Locomotiven zum Versuche bereitstanden, nämlich eine Stephenson'sche Locomotive mit langem Kessel, Treibrädern in der Mitte und außenliegenden Cylindern, eine Locomotive von Gebrüder Scharp mit Treibrädern in der Mitte und innen liegenden Cylindern, und eine nach dem Cramptonschen System abgeänderte Stephenson'sche Locomotive, bei welcher die Treibräder hinter dem Feuerkasten angebracht waren. Die vorderen Räder der ersten Maschine wurden auf eine Waage gestellt, die die hintern Räder befestigt und das Gewicht zunächst im ruhenden Zustande notirt. Sofort wurde der Dampf zugelassen und die Gewichtsdifferenz auf den vordern Rädern wurde, wenn die Kuppelstangen ihre größten Winkel bildeten, 25 Ctr. gefunden. Dieselbe Probe gab bei der Scharp'schen Locomotive 24, bei der nach Crampton abgeänderten Stephenson'schen Locomotive aber nur 8 Ctr. Hierdurch war der Beweis geliefert, daß, wenigstens hinsichtlich der durch die Bewegung der Kuppelstangen bewirkten Gleichgewichtsstöeungen die Stellung der Treibräder hinter dem Feuerkasten den Vorzug verdienen.

Weiter wurde gegen das Crampton'sche System eingewendet, daß, so vorzüglich dasselbe auch im Princip sei, der practische Werth desselben doch durch die Schwierigkeit der Befestigung des Rahmens der Locomitive bedeutend vermindert werde. Dieser Einwurf wurde bald beseitigt

und nachgewiesen, daß jene Schwierigkeiten in der That nicht bestehen.

Einer fernern Bemerkung, daß die Treibräder, wenn das ganze Gewicht der Locomotive gleichmäßig auf vier an beiden Enden befindlichen Rädern vertheilt sei, allen Unebenheiten der Bahn folgen und auf die Schienen stoßend wirken, daß gegentheils bei einer sechsrädrigen Locomotive, deren Treibräder sich in der Mitte befinden und den größten Theil des Gewichts der Maschine tragen, die vordern und hintern Räder einen Theil des Gewichts übernehmen, wenn die Locomotive sich in einer Vertiefung der Bahn befinde wurde entgegengehalten, daß eben darin der Vortheil der Crampton'schen Locomotive bestehe, daß das Gewicht derselben auf vier Rädern gleich vertheilt sei, welche alle Unebenheiten der Bahn folgen, sechsrädrige Locomotiven mit den Treibrädern in der Mitte befinden sich allerdings in einer Vertiefung der Bahn im Vortheile, seien dagegen auf einer Erhöhung, wo die vordern und hintern Räder bedeutend entlastet werden, um so größerer Gefahr der Derailirens ausgesetzt.

Nachdem keine weitere Bemerkung von Belang gemacht worden war, wurde die Diskussion geschlossen. Dieselbe fiel im Allgemeinen sehr zu Gunsten des Crampton'schen Systems aus und als Resultat derselben ergab sich, daß durch dieses System ein Maximum der Leitungsfähigkeit bei Locomotiven sicherer zu erreichen sei, als durch irgend ein anderes, daß dasselbe es insbesondere leicht möglich mache, den Tender mit der Locomotive zu vereinigen, daß bei gleicher Leistungsfähigkeit eine Locomotive nach dem Crampton'schen Systeme geringerer Länge und somit auch geringeren Gewichts bedürfe, als eine andere, daß endlich dieses System sich eben sowohl auf Locomotiven mit gekuppelten Rädern, als auch solche mit ein paar Treibrädern anwenden lassen. An der Diskussion hatten vorzugsweise theilgenommen, die Herren Brunel, Stephenson, Locke, Bidder, Sir Charles Paisley, Groch und Crampton.

Der Redakteur fügt hinzu, daß die neueste Liefr. von dem 7ten Bd. von Armengaud Publication industrielle eine von 3 Kupfertafeln begleitete, genaue Beschreibung der Locomotiven nach Crampton's System, so wie die Werkstatt von Derosne & Call zu Paris mehre für die Nordbahn geliefert hat und welche dort sehr gut und dauerhaft befunden worden sind, enthält. Es wird diese Beschreibung im nächsten Heft des Ingenieurs mitgetheilt werden.

(Polytech. Centralblatt, 1849. Lieferung 14.)

Beschreibung einer durch Dampf betriebenen Baggermaschine,

konstruirt von dem französischen Maschinenbauer

Nillus.

(Nebst den Tafeln XXV, XXVI u. XXVII.)

Das Ausbaggern der deutschen Flüsse ist ein nothwendiges Erforderniß, wenn die Schiffahrt, besonders die mit Dampfböten, vor Allen bei mindern Wasserstande, mit Erfolg umgehen soll. Daher wird denn auch die nachstehende Beschreibung eines, in dem Hafen von Havre im Betriebe befindlichen Dampfbaggers, von vorzüglicher Construction, unsern Lesern erwünscht sein, zumal sie von trefflichen Abbildungen begleitet ist. Der Redakteur entnimmt sie in auszugsweiser Bearbeitung, aus der trefflichen „Publication industrielle“ vom Ingenieur und Prof. Armengaud dem Aeltern in Paris (Bd. VII, 1850. S. 137—169).

Seit fast drei Jahrhunderten wird das Baggern durch Maschinen und Apparate bewirkt, die auf verschiedene Weise in Bewegung gesetzt werden; erst im letzten Jahrhundert gelangte man aber dahin, die mächtigen Elementarkräfte des Dampfes, des Wassers oder Windes zum Betriebe der Baggermaschinen anzuwenden. Seitdem sind dieselben aber auch so wichtig geworden, daß die besten Maschinenbauer in Deutschland, Frankreich, England und Nordamerika rc. sich darum bemühet haben, einen vollständigen Apparat darzustellen, der im Stande ist eine Menge verschiedenartiger Arbeiten zu verrichten.

Wenn man bis zur Entstehung des ersten Baggers zurückgeht, indem man die bedeutendsten Werke älterer und neuerer Zeit über Maschinenwesen genau untersucht, so kommt man auf eine sehr bemerkenswerthe Controverse. Um nun das Dunkel, womit die stufenweisen Verbesserungen des Baggers verhüllt sind, möglichst aufzuhellen, geben wir einige Notizen über die Geschichte dieser Apparate.

Das Verfahren Sand oder Schlamm durch eine Schaufel, oder einen Rechen, oder durch eine mit Zacken versehene Walze, oder endlich durch Gefäße aus dem Bett der Flüsse, von dem Boden der Häfen herauszuschaffen, gab ganz natürlich die Veranlassung zu einer Reihe von Kästen oder Eimern und die Schwierigkeiten sie durch Menschenkräfte in Bewegung zu setzen, gab Veranlassung zur Anwendung von Thier- und endlich von Dampfkräften.

Die erste Erwähnung der Bagger findet man in dem merkwürdigen Werke von Verantius vom Jahre 1591.

Die erste Anwendung des Baggers soll in England, unter der Regierung Carls I. gemacht worden sein.

Im Jahre 1618 nahm Savary ein Patent auf eine Dampfmaschine, die Wasser und Sand aus den Flüssen herausschaffen sollte.

Ein holländischer Ingenieur, Cornelius Meyer, beschrieb 1685 in einem seiner Werke, eine Baggermaschine, welche von den neuern sehr wenig abweicht, ausgenommen die Gefäße oder Kästen, die aus Rechen und aus Trögen bestanden, welche letztere den Schlamm ausförderten. Meyer bemerkte, daß ähnliche Maschinen in Holland zur Reinigung der Canäle angewendet würden und daß sie in einem Tage 20 kleine Kähne mit Schlamm füllten. Eine andere Beschreibung der Baggermaschinen wurde von einem andern holländischen Ingenieur Mortier im Jahre 1734 mitgetheilt.

1718 legte Herr de la Balme der französischen Akademie den Entwurf zu einer Maschine vor, die er Pontons zur Reinigung der Häfen nannte, und wobei zum erstenmal die Eimer oder Kästen angewendet wurden.

Die 1774 von Redelykheid beschriebenen Abstechräder (roues à écopes), die auch im Jahre 1780 von Eckhardt wiederholt beschrieben wurden, hatten bei einem niedrigen Wasserstande eine sehr gute Wirkung.

Die von Belidor in seiner Architectura hydraulica beschriebenen, so wie die zu jener Zeit in den Häfen zu Toulon, Brest, Venedig und Genua angewendeten Bagger, bestanden nur aus einer Kette mit Kästen, die durch ein Schaufelrad in Bewegung gesetzt wurden.

Im Jahre 1768 machte der ausgezeichnete Ingenieur John Golborn zu Chester den Entwurf zu einem Bagger zur Reinigung des Bettes von dem Clydefluß. Die Feststellung des Kahns oder Prahms mit der Maschine wurde durch Anker oder durch Landketten bewirkt. Eine ähnliche Maschine wurde im Jahre 1804 zur Reinigung des Themse-Bettes angewendet. Sie war mit Zangen zum Aufholen größerer Steine versehen.

Im Jahre 1785 konstruirte Hr. Grundy, Ingenieur zu Hull einen Bagger zur Reinigung der dortigen Docks, der aus einer Kette ohne Ende mit Kästen bestand, jedoch eine solche Einrichtung hatte, daß er bei verschiedenen Wassertiefen angewendet werden konnte.

In den Jahren 1750 bis 1753 wurden solche Bagger mit eisernen Kästen, zur Reinigung der Häfen von Dieppe und von Pont d'Orléans angewendet.

Im Jahr 1796 wendete sich Herr Grimshaw, in Sunderland an die berühmten Maschinenfabrikanten Boulton und Watt in Soho wegen eines Dampf-Baggers zur Reinigung des Hafens von Sunderland. Es wurde die Maschine angefertigt und in einer Minute etwa 4 Tonnen Sand, oder etwa 100 preußische Kubikfuß 10 engl. Fuß hoch gehoben. Den um die Dampfmaschinen-Baukunst so hoch verdienten englischen Maschinenbauern, Boulton und Watt gebührt demnach das Verdienst zuerst die Dampfmaschine zur Bewegung der Bagger angewendet zu haben. Dagegen schreibt Hr. Valcourt in dem Bulletin de la Société d'Encouragement, vom Jahr 1835, die erste Anwendung der Dampfkraft auf die Bagger, dem Amerikaner Oliver Evans zu, welcher im Jahr 1803 den ersten Dampfbagger construirt haben soll. Bei der damaligen unterbrochenen Verbindung zwischen Europa und Amerika einerseits und dem Festlande Europa's und Englands andererseits, lassen sich diese verschiedenartigen Annahmen entschuldigen.

In Frankreich wurde zuerst im Jahre 1817 ein Patent auf einen Dampfbagger gegeben. Andere wurden in den Jahren 1822, 1826, 1829, 1832, 1835 ꝛc. ertheilt, jedoch würde es uns zu weit führen, auch nur die kurzen Beschreibungen, welche unser Original mittheilt, zu wiederholen, da dieselben gar keinen practischen Nutzen in Anspruch nehmen können, weshalb wir auf die Beschreibung des Dampfbaggers von Nillus, die der eigentliche Zweck dieses Aufsatzes ist, übergehen wollen.

Beschreibung des auf den Tafeln XXV. und XXVI. dargestellten Dampfbaggers.

Dieser Bagger, der hauptsächlich den Zweck hat, eine Vertiefung und Reinigung im Hafen von Hâvre zu bewirken, zeigt mehrere besondere Eigenthümlichkeiten, sowie man sie an den übrigen bekannten, neuesten Baggern, nicht findet.

So wird z. B. die Bewegung der Kästen (Norias), nicht durch Räderwerk, sondern durch Rollen und Laufriemen mitgetheilt. Der Prahm, auf welchem der Apparat angebracht worden ist, rückt nach und nach durch die Einwirkung der Maschine selbst vor, statt daß dies bei den bis jetzt vorhandenen Baggern durch Menschenhände geschah. Die Hebung und Senkung der Kastenketten wird ebenfalls durch die Maschine ausgeführt, und es kann eine jede, unabhängig von der andern, bewegt werden.

Der ganze Mechanismus hat eine solche Einrichtung, daß der eine oder der andere, unabhängig von dem einen oder andern, außer Betrieb gesetzt werden kann. Es läßt sich entweder die ganze Baggermaschine, oder es lassen sich einzelne Theile desselben ohne die geringsten Schwierigkeiten ausrücken, während die Dampfmaschine im Betriebe bleibt.

Auf dem Prahm sind mehrere Winden oder Haspel angebracht, die zu verschiedenen Zwecken verwendet werden. Dahin gehört eine schnelle Platzveränderung des Prahms, die Herbeischaffung der Schlammkähne u. s. w.

Man hat es für zweckmäßig erachtet, diesen Bagger mit 2 Ketten vorzurichten, die am Aeußern des Schiffes angebracht sind, um auch in Ecken und in der Nähe von Mauern baggern zu können, welches nicht geschehen kann, wenn die Kastenkette in der Mitte des Prahms angebracht worden ist. Für die großen Baggerarbeiten, welche im Hafenbassin von Hâvre, so wie in den Canälen, welche zu demselben führen, erforderlich sind, hat Hr. Nillus meh-

rere Bagger mit Dampfmaschinen von 20 Pferdekräften construirt.

Die Bekleidung dieser Prahme, sowie auch die der Schlammkähne, besteht gänzlich aus Eisenblech von 6—8 Millimeter Dicke, welches durch Winkeleisen verbunden ist.

Die Figg. 1 und 2, Taf. XXV. stellen den ganzen Mechanismus des Baggers und seines Prahms im Auf- und im Grundrisse dar.

Diese Figuren sind nach einem Maßstabe von $^1/_{100}$ oder von einem Centimeter auf das Meter gezeichnet.

Die Figg. 3 und 4 sind senkrechte Querdurchschnitte durch den Prahm, nebst seinen verschiedenen Neben-Apparaten. Der erste von diesen Durchschnitten geht durch die Linie 1—2 von dem Grundriß, d. h. er geht vor dem Hauptmechanismus durch. Man bemerkt im untern Theil die Triebmaschinen und deren Bewegungsübertragung, sowie auf dem Deck die Bewegung der Kästenketten. Der zweite Durchschnitt ist nach der Linie 3—4 gemacht; er zeigt die Aufhängung der Kästenketten, sowie die Haspel, welche deren Neigung reguliren.

Triebwellen und Triebrollen. — Die liegende Welle E, welche die Kraft von beiden Maschinen aufnimmt, liegt unter dem Deck des Prahms und ist, wie wir auf Taf. XXVII. sehen können, mit 4 Triebrollen versehen, von denen zwei G, einen gleichen Durchmesser von 2,50 Metern, und die andern G', nur einen Durchmesser von 1,70 Metern haben. Der Zweck dieser doppelten Triebrollen ist der, dem Bagger eine verschiedene Geschwindigkeit ertheilen zu können. Man wird einsehen, daß es oft sehr zweckmäßig sein kann, die Ketten mit einer großen Geschwindigkeit zu bewegen, wenn das Baggern keinen bedeutenden Widerstand entgegensetzt, wogegen man die Maschine langsam umgehen lassen muß, wenn die auszubaggernden Materialien schwer sind, oder Widerstand leisten.

Die Bewegung wird der großen liegenden Welle b, die mehr nach der Mitte des Prahms und 2 Meter über dem Deck liegt, durch die beiden großen Laufriemen c, von 20 Centimeter Breite, mitgetheilt. Diese Welle ist, wie die erste mit 4 starken Triebrollen versehen, von denen 2, D den beiden größern Rollen G und die beiden andern D', in Beziehung auf die Dimensionen, den kleinern Rollen g' entsprechen. Diese Welle wird auf diese Weise der Motor von dem ganzen Bagger und bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 20 zu 40 Umgängen in der Minute, wenn die Maschinenwelle 30 Umgänge in derselben Zeit macht, sobald die Laufriemen, wie es die Zeichnung angibt, über die Triebrollen G' und E' geht; oder die Geschwindigkeit verhält sich wie 44 zu 10, wenn die Laufriemen über G und D gehen. Es ist ganz offenbar, daß wenn man die Geschwindigkeit der Maschinen verzögert oder steigert, man außerdem mittlere Geschwindigkeit erlangen kann.

Die liegende Welle b ist mit einem starken Getriebe d versehen, welches mit dem großen Zahnrade F' in Eingriff steht, welches letztere an der aus 3 Stücken bestehenden Welle E' befestigt ist, wodurch die drehende Bewegung den beiden Ketten ohne Ende mitgetheilt wird.

Das Verhältniß zwischen dem Durchmesser des Getriebes und dem des Rades ist wie 1 : 6, folglich ist die Drehungsgeschwindigkeit der Welle E' und der Baggertrommeln 6mal geringer als die der Triebwelle b, woraus folgt, daß die geringste Drehungsgeschwindigkeit der Ketten kaum 3 Umgänge in der Minute beträgt und die größte Geschwindigkeit höchstens 8—9 Umgänge.

Die Welle E' besteht aus 3 Theilen, die durch Muffen zum Aus- und Einrücken, mit einander verbunden sind, so daß man die Ketten, entweder mit einander, oder die eine und andere, je nach den Bedürfnissen, betreiben kann. Wirklich ist es zuweilen der Fall, daß der Betrieb nur einer einzigen Kette zweckmäßig ist. Der Constructeur hat dies dadurch erreicht, daß er die Muffen e e' anbrachte, welche man durch die Gabel f sehr leicht aus- und einrücken kann. Man sehe die Fig. 11, Taf. XXVI. Der mittlere Theil der Welle wird durch die Futter der gußeisernen Zapfenlager g getragen, welche zwischen den großen und starken Ständern C angebracht sind. Dieselben stehen auf dem Boden des Prahms und erheben sich über das Verdeck. Die beiden andern Theile, welche die obern Trommeln der Kästenketten aufnehmen, werden eineslheils durch ähnliche Zapfenlager g' getragen, welche jedoch minder stark als die vorhergehenden und auf dieselbe Weise an den Ständern C', und andererseits von den Hängelagern g^2 getragen werden, die an den Balken H befestigt sind, welche die Ständer C und C' verbinden, und deren äußere Verankerungen h die Steifheit noch erhalten, so daß dieser Theil des Apparates, obgleich er von dem Prahm entfernt ist, und obgleich er hoch über dem Deck liegt, dennoch die erforderliche Festigkeit darbietet, und während des Betriebes nicht zittert. Senkrechte Backen i sind zur Verstärkung der äußern Seite angebracht.

Die Trommeln und die Träger des Kastenapparates. — An den äußersten Enden der Welle E' sind die Trommeln von Gußeisen F, die eine vierflächige Gestalt haben, angebracht. Diese Trommeln sind von 2 schmiedeeisernen Bändern j umgeben, über welche die Ketten der Kästen laufen, und welche man, wenn sie abgenutzt sind, durch andere ersetzen kann. Zu beiden Seiten der Trommeln sind die langen und geneigten Balken I angebracht, die aus Holz bestehen, aber mit starkem Blech bekleidet sind, so wie man auch die Verbindungen k zwischen beiden angebracht hat. An dem oberen Ende sind diese Balken mit gußeisernen und mit Verstärkungsrippen versehenen Hülsen K angebracht, die ausgebohrte Muffen bil-

den, welche über die cylindrischen Träger der Supports g' und der Hängelager g^2 greifen. Dadurch ist man im Stande die Kästenketten zu heben oder zu senken, je nachdem man sie mehr oder weniger in das Wasser hinablassen oder aus demselben herausziehen will.

Zur Erhaltung der Steifigkeit der Balken I, welche schon durch die Blechbekleidung sowie durch die Stechbolzen, welche beide mit einander verbinden, erreicht ist, hat der Constructeur die Zugstangen l, welche durch die Stechbolzen l' in ihrer Lage erhalten werden, und die an den Enden mit den Stücken K und K' verbunden sind, angebracht. Dadurch hat der ganze Apparat eine vollkommene Festigkeit und Steifheit erlangt, obgleich er bei dem Betriebe einen großen Widerstand zu leisten hat.

Die Ketten mit den Schaufeln oder Kästen. — Dieselben bestehen aus starken Gelenken von Schmiedeeisen m, die abwechselnd einfach und doppelt, und alle durch Charniere mit einander verbunden sind. Die Länge der Kettenglieder ist eine solche, daß sie der Breite von den Trommelflächen entspricht, so daß bei jedem Umgange der letzteren 4 Kettenglieder darüber hingehen.

Zwischen den doppelten Gliedern befinden sich die Ränder der Kästen oder Schaufeln L, indem sie von jenem festgehalten werden. Sie bestehen gänzlich aus Eisen, der Boden aus ganz dickem Blech, mit Löchern versehen, durch welche das Wasser abfließen kann; die Seitenwände aus dünnerem Blech, jedoch durch eiserne Reifen verstärkt. In der Mitte des äußeren Randes ist ein hervorspringender Theil o vorhanden, wodurch Geschiebe, Steine u. a. harte Körper leichter losgemacht werden.

Damit bei ihrem aufsteigenden Gange die gefüllten Kästen genau einer geneigten Ebene, die von der Stellung der Balken abhängt, folgen, werden die Kettengelenke von einer Reihe paralleler Walzen oder Rollen z getragen, deren eiserne Wellen sich in broncenen Pfannen drehen, die an den innern Flächen der Balken I angebracht sind. Die abwärts gehenden leeren Kästen bedürfen keiner Führung, und es sind die Ketten auf dieser Seite, unter den Balken, frei.

Die untere Trommel F', besteht nicht aus einem Stück wie die obere, sondern aus mehreren Stücken, wie es die Figg. 5 und 6, Taf. XXVI. zeigen. Es hat dies den Zweck, Backen anzubringen, so daß die Kettenglieder leichter darüber hingehen können. Der 4seitige Körper der Trommel ist auf der Seite mit 2 Backen b^2, durch 4 Schraubenbolzen verbunden. Diese Backen sind mit der Nabe aus einem Stück gegossen, durch welche letztere sie auf der Achse befestigt werden, und es sind außerhalb Vertiefungen angebracht, um Stücke von eisernen Bändern J' anzubringen, die man nach Erfolg der Abnutzung auswechseln kann.

Nach dem Gesagten ist man sehr leicht im Stande, die Geschwindigkeit dieser Bagger zu berechnen, da bei jeder Umdrehung der Trommel 2 gefüllte Kästen über ihren Umfang gehen. Es folgt daraus, daß wenigstens 6 Kästen nach und nach gefüllt und entleert werden, und höchstens 16 — 17. Im letztern Fall nimmt man an, daß der Widerstand geringer sei, daß man Sand oder Schlamm auszubaggern, während bei langsamer Drehung ein bedeutenderer Widerstand stattfinde, und man Geschiebe, Steine ꝛc. loszumachen habe.

In allen Fällen würden durch die angenommene Bewegungsmittheilung, sobald der Widerstand die Triebkraft überstiege, die Triebriemen auf den Rollen gleiten, und es würde kein Bruch verursacht werden, welches offenbar der Fall sein, wenn, wie es häufig der Fall ist, die Bewegung durch Räderwerk mitgetheilt würde.

Stufenweise Bewegung des Prahms. — Der Prahm und mit ihm der ganze Baggerapparat, erhält eine sehr langsame Ortsveränderung, während die Kästenketten im Betriebe sind, und sich die Kästen füllen. Zu dem Ende hat der Constructeur auf der Welle b ein Excentricum O angebracht, welches von einem Halse umgeben, der mit der großen eisernen Zugstange p fest verbunden ist. Das andere Ende der Zugstange steht mit einem Hebel in Verbindung, an welchem ein Sperrkegel r angebracht ist, wodurch eine Bewegung um die Welle q bewirkt wird, indem der Sperrkegel r in das Sperrrad Q eingreift. Bei jeder Drehung des Excentriks wird das Sperrrad Q und folglich auch die Welle mit der gußeisernen Trommel R etwas gedreht. Aus Fig. 2, Taf. XXV. ersieht man, daß 2 Sperrräder und 2 Trommeln an der Welle angebracht sind.

Zwei starke eiserne Ketten s, sind an dem Umfange dieser Trommeln befestigt, während die andern Enden in einer gewissen Entfernung von dem Prahm mit 2 Ankern oder mit festen Punkten verbunden sind. Durch die Umdrehung der Walzen R wickeln sich die Ketten nach und nach auf die Trommeln und der Prahm wird dadurch wie durch ein Bugsirschiff vorwärts gezogen. Dies Vorrücken ist jedoch offenbar sehr langsam, da jede Umdrehung des Excentriks O, die Sperrräder und folglich die Trommeln nur um eine geringe Größe vorwärts schieben. Man kann, wenn es erforderlich ist, die Haspel auch mit der Hand bewegen, indem man die Sperrkegel aus den Radzähnen herausnimmt, und die Umdrehung durch die großen eisernen Kurbeln t bewirkt, die an den Enden der Welle q' angebracht sind. An dieser Welle sitzt das Getriebe u, welches in das große Stirnrad Q greift. Dieses letztere ist auf der Welle q, neben dem Sperrrade angebracht. Die den Kurbeln t ertheilte Bewegung wird daher durch dieses Räderwerk den Trommeln R ebenfalls mitgetheilt, und es

wird auch dadurch ein langsames Vorrücken des Prahms bewirkt.

Um den Prahm rascher vorwärts zu bringen, welches geschehen kann, wenn derselbe leer geht und ohne daß die Baggermaschine im Betriebe ist, so bedient man sich der kleinen Haspel R′, welche über den vorhergehenden angebracht und auf der Welle q′ befestigt sind. Man rückt alsdann das Getriebe u aus, indem man die Welle in ihren Lagern verschiebt.

Die Zugketten s werden durch Rollen mit Vertiefungen S von den Haspeln abgeleitet, und am Ende des Prahms durch andere Rollen S′ und durch die horizontalen Rollen S².

Neigung der Kästenketten oder eigentlichen Bagger. — Der Mechanismus zum Heben und Niederlassen der Bagger hat auch eine sehr zweckmäßige Einrichtung und wird durch die Maschine selbst bewegt, und zwar, wie schon bemerkt, die eine Kette unabhängig von der andern.

Dieser Mechanismus besteht aus zwei großen und starken gußeisernen Haspeln oder Winden; jede ist mit einer großen cylindrischen und horizontalen Trommel T versehen, auf deren Umfange eine ununterbrochene gewundene Vertiefung angebracht ist, welche letztere die zur Hebung angewendete Kette v aufnimmt, die über die Rollen U läuft. Die Welle dieser Trommel ist mit einem starken Stirnrade V versehen, in welches zwei Getriebe x und x′ eingreifen können, wodurch dem Rade eine entgegengesetzte Bewegung mitgetheilt werden kann. Das Getriebe x ist nicht auf seiner Welle befestigt, sondern es kann auf derselben hin und hergeschoben werden, und wird nur mit Hülfe eines Muffes y festgestellt, den man mittelst eines Griffes y′, der über das Deck hervorsteht, bewegen kann. Wenn nun dieses Getriebe eingerückt ist, so bewegt sich der Haspel schneller, als wenn das zweite Getriebe x′ die Bewegung bewirkt, weil die Geschwindigkeit des letzteren durch das Stirnrad V′ wesentlich verzögert wird. Dieses letztere Rad ist auf der Achse befestigt, die, wie man sieht, gerade über der Trommel liegt. Mit diesem Rade V′ kann man das Getriebe x² in Eingriff bringen, und es ist das letztere ebenfalls auf seiner Welle verschiebbar und wird wie das Getriebe x mittelst eines beweglichen Muffs und des Griffes y³, ein und ausgerückt. Man sieht demnach, daß wenn man auf diese Weise das eine oder das andere von den beiden Getrieben x′ und x² ein oder ausrückt, man den Gang des Haspels beschleunigt oder verzögert, so daß man die Kästenkette mit einer größern oder geringeren Geschwindigkeit heben oder senken kann.

Die Welle dieser beiden beweglichen Getriebe x und x², verlängert sich an dem einen Ende und trägt dort das Winkelrad Y, mit welchem zu gleicher Zeit 2 leergehende

Räder Y¹ und Y², die gleichen Durchmesser haben, im Eingriff stehen. Diese letzteren Räder, die sich frei auf ihrer Welle bewegen können, werden nur durch Einrückung mit dem einen- oder dem andern der Muffe z¹ festgestellt, welches mit der Hand durch die Gabel z² geschieht. Die Welle, welche diese leergehenden Räder und ihren Einrückmuff trägt, erhält ihre ununterbrochene Bewegung von der Triebkraft mittelst der Rolle Z, welche mit der Maschinenwelle, wegen der bedeutenden Entfernung zwischen beiden, nicht in directe Verbindung gesetzt werden konnte. Der Constructeur hat es daher vorgezogen, in der Mitte zwischen beiden eine Welle b³ anzubringen, welche mit den Rollen Z¹ und Z² versehen sind, und folglich wird die Bewegung von der Hauptmaschinenwelle zur Welle der Winkelräder, durch 2 Laufriemen übertragen, wie man es auf dem allgemeinen Grundrisse sieht.

Damit die niedergehende Bewegung der Kästenkette nicht zu rasch erfolge, welches wegen des bedeutenden Gewichts derselben der Fall sein würde, hat man an dem Rade V¹ eine sehr starke Bremse angebracht, welche die kreisförmige Kehle an der Seite des Rades umfaßt, an einem Punkte fest, nnd an dem andern mit einem gekrümmten Hebel b¹ versehen ist. Dieser Arm hat ein Gegengewicht, um die ringförmige Bremse stets an dem Rade angedrückt zu erhalten. Will man nun die Bremse lösen, so daß sich das Rad frei bewegen kann, so braucht man nur mittelst der Stange c² das Gegengewicht von dem Bremsenhebel zu entfernen.

Der Betrieb des Baggers bietet daher jede mögliche Bequemlichkeit und Sicherheit dar, wie man auch auf der Tafel XXV. es bei einer genauern Ansicht sehr deutlich sehen kann; und da der Mechanismus für jede Kästenkette ein besonderer ist, so kann man auch jede für sich betreiben und in eine andere Lage bringen.

Mehrere Haspel A¹, B¹, B², D¹, sind an verschiedenen Punkten des Decks angebracht, um zu den verschiedenen Bewegungen, die unabhängig von den Maschinen sind, benutzt zu werden. Diese Haspel haben eine sehr einfache Construction.

Der Prahm ist mit einem Steuerruder E² versehen, um ihm die gehörige Richtung geben zu können. Endlich hat er mehrere Treppen zur Erleichterung der Arbeit, so wie auch mehrere hölzerne Verschläge zur Aufnahme der Werkzeuge und Materialien, oder auch um den Arbeitern einen Aufenthalt zu gewähren. Die Dampfmaschinen und die Kessel A² nehmen die vordere Seite des Prahms ein, während die Haspel das Gleichgewicht am hintern Ende halten.

Leistung. — Mit diesem Bagger schafft man in der Stunde 95 Kubikmeter Schlamm oder Sand aus dem Bett des neuen Hafenbeckens heraus. Es ist ungefähr das

Doppelte von dem, was man mit den kleinen Baggern, die die eine Räderwerk-Verbindung haben, zu leisten vermögen.

Als Princip gilt folgendes:

Ein älterer Bagger von 8,63 Pferdekräften kann 74 Kubikmeter fördern.

Ein neuer Bagger von 16 Pferdekräften ist dagegen im Stande 137 Kubikmeter herauszuschaffen.

Da wo Ebbe und Fluth einwirkt, erleiden diese Principe einige Abänderung.

Der principmäßige Steinkohlen-Verbrauch bei den Dampfmaschinen ist für jedes Kubikmeter zu 1,80 Kilogrammen, mit den Anfeuern und mit den Betriebsverzögerungen, angenommen.

Der Betriebs-Apparat des Baggers.

Dargestellt auf Taf. XXVII.

Die Figur 1, stellt eine Vorderansicht der Dampfmaschine dar, welche den Bagger betreibt.

Fig. 2 ist ein Grundriß der Dampfmaschine und der großen Triebrollen.

Fig. 3 ist eine Endansicht, oder ein Querdurchschnitt nach der Linie 1—2.

Fig. 4 endlich ein anderer senkrechter Durchschnitt durch die Achse der Luftpumpe nach der Linie 3—4.

Man sieht aus diesen Figg. daß, wie wir schon weiter oben bemerkt haben, den Triebapparat des Baggers aus 2 mit einander gekuppelten Maschinen besteht, die schwingende Cylinder haben. Maschinen dieser Art sind neuerlich wegen ihrer Einfachheit und Leichtigkeit sehr häufig bei der Marine angewendet, und entsprechen auch zum Betriebe der Bagger vollkommen ihrem Zweck.

Dampfmaschinen mit schwingenden Cylindern sind neuerlich von großer Kraft construirt worden; in Frankreich giebt es mehrere Dampfschiffe, deren Maschinen 220 Pferdekräfte haben und mit schwingenden Cylindern versehen sind und neuerlich hat man auch eins der Art mit Maschinen von 640 Pferdekräften zu bauen begonnen.

Es unterscheiden sich die Maschinen mit schwingenden Cylindern besonders vortheilhaft dadurch, daß sie sehr wenig Platz einnehmen und das Schiff möglichst wenig belasten, daß das Gerüst aus wenigen Supports und Lagern von Guß- und Schmiedeeisen besteht, da die Kolbenstangen unmittelbar mit der Triebwelle in Verbindung gesetzt worden sind, und eine Menge von Zwischen-Maschinen-Theilen fehlen, welche die sonst allein angewendeten Balancier-Maschinen eben so voluminös als schwer machten. Eine längere Erfahrung hat bewiesen, daß ohnerachtet dießer großen Leichtigkeit die Maschinen mit schwingendem Cylinder vollkommen fest genug sind, um allen Anforderungen der Art zu entsprechen.

Das Gerüst. — Das Maschinengerüst des Baggers besteht aus 8 schmiedeeisernen Säulen A, die am Fuß nicht mehr als 0,045 Meter Durchmesser haben, und die auf dem gußeisernen Böcken B befestigt sind. Dasselbe dient der ganzen Maschine zum Fundament, so wie auch als Reservoir zur Condensation der Dämpfe. Dieselben Säulen tragen oben ein gußeisernes durchbrochenes Gesims mit Verstärkungsrippen C. An dasselbe sind Lappen gegossen, um einestheils mit dem Gezimmer des Prahms und anderntheils durch die St. Andreaskreuze D verbunden zu werden, damit das ganze Maschinensystem die erforderliche Festigkeit erlangt. Zwei große Zapfenlager von geneigter Stellung der Säulen D^1, vervollständigen diesen festen Theil des Apparates, indem sie die Zapfen an den Enden der schmiedeeisernen Triebwelle E tragen.

Welle und Triebrollen. — Auf diesen Böcken D^1 und auf dem Gesims werden die gußeisernen Zapfenlager a festgeschraubt, die mit broncenen Büchsen oder Futtern versehen sind, und in denen die Zapfen von der Welle E ruhen. Diese Welle besteht aus drei verschiedenen Theilen, welche durch die Krummzapfen F verbunden werden. Der mittlere Krumzapfen dient zur Bewegung der Luftpumpe; auf den beiden andern sind die beiden großen doppelten Scheiben G G^1 befestigt, um die oberen Trommeln der beiden Kästenketten zu bewegen. Diese Triebrollen bilden eine wichtige Neuerung bei dieser Art von Apparaten, denn bis jetzt hatte man die Bewegung immer durch Räderwerke auf die Kästentrommeln übertragen. Sie sind übrigens so eingerichtet, daß sie zu gleicher Zeit als Schwungräder wirken, d. h. es sind die Kränze der beiden größten Rollen G^1, so dick, daß sie ein gehöriges und hinreichendes Gewicht haben, um nicht allein einen regelmäßigen Gang der Dampfmaschine zu bewirken, sondern auch, um zu gewissen Momenten einen bedeutenden Widerstand zu überwinden. Diese Scheiben oder Triebrollen sind wesentlich größer, als sie nach den Zeichnungen erscheinen: Herr Armengaud wurde dazu veranlaßt, ihren Durchmesser zu vermindern, damit sie weniger Platz auf den Figuren einnehmen, da in der Wirklichkeit ihre Durchmesser 2,50 und 1,70 Meter betragen, indem, wie schon weiter oben bemerkt, sie zweierlei Durchmesser haben, um den Baggern zweierlei verschiedene Geschwindigkeiten ertheilen zu können.

Kolben und Dampfcylinder. — An den Warzen der doppelten Krummzapfen F, welche wie auf die übrigen Theile der Triebwelle aus dem besten, doppelt geschweißten Eisen, geschmiedet worden sind, hängen unmittelbar die Kolbenstangen H, die ebenfalls aus dem besten Schmiedeeisen bestehen. Der Kopf dieser Stangen bildet einen aus 2 Bronce-Stücken, die durch Schrauben verbunden sind, bestehenden Hals. Am untern Ende sind diese Stangen konisch gedreht, und sie passen in ein konisches Loch

in den Kolben, woselbst sie durch eine starke Schraubenmutter festgehalten werden, wie der senkrechte Durchschnitt Fig. 7 zeigt.

Die Einrichtung dieser Kolben verdient eine nähere Angabe; die Liederung ist eine gemischte, d. h. sie besteht theils aus Hanf, und theils aus Metall. Ein Kolben besteht aus einem gußeisernen Körper F, der der Erleichterung wegen im Innern hohl ist, und auf seiner Peripherie eine Kehle bildet, worin ein starkes Geflecht von Hanf aufgenommen wird, welches äußerlich durch einen Ring von kalt gehämmerten Eisen b (Fig. 9.) zusammengedrückt wird, um ein Federn zu veranlassen. Oben wird die Liederung durch den gußeisernen Kranz c festgehalten, der durch 4 Bolzen mit quadratischen Köpfen auf den Körper des Kolbens befestigt ist, indem die Schraubenmuttern in die Dicke desselben eingelassen sind. Um ein Losziehen der Schrauben zu verhindern, dienen die kleinen Sperräder d (Fig. 8.), in welche die Federn e als Sperrkegel eingreifen. In dem Cylinderdeckel sind Löcher angebracht, in welche die Schraubenköpfe passen, sobald der Kolben das obere Ende seines Theils erreicht hat. Oben sind diese Löcher mit messingenen Schrauben verschlossen, und man wird durch diese Einrichtung in den Stand gesetzt, die Schrauben des Kolbendeckels anzuziehen, ohne den Cylinderdeckel abnehmen zu müssen.

Auf diese Weise erreicht man eine sehr dichte Liederung, welche durchaus keinen Dampf durchläßt. Das Hanfgeflecht drückt den eisernen Ring stets ganz dicht an die Wände des Cylinders, und dieser schützt den Hanf gegen die so baldige Abnutzung.

Die Dampfcylinder L sind die beiden Haupttheile der ganzen Maschine; außerhalb hat man sie mit Mänteln von hölzernen Dauben versehen und mit den Zapfen ff' (Fig. 5 und 6) aus einem Stück gegossen. Um diese Zapfen findet einerseits die Drehung oder Schwingung der Cylinder statt, und da sie hohl sind, so wird durch dieselben einerseits der Dampf aus dem Kessel und andererseits wird der Dampf, nachdem er über, oder unter dem Kolben gewirkt hat, dem Condensator zugeführt. Der Boden des Cylinders ist mit demselben aus einem Stück gegossen und nur in der Mitte mit einer Oeffnung versehen, durch welche die Bohrwelle geht, da die Cylinder nothwendig genau ausgebohrt werden müssen; diese Oeffnung ist mit einem gußeisernen Deckel verschlossen. Die Cylinderdeckel I sind dagegen für sich gegossen, überall abgedreht und in der Mitte mit einer Stopfbüchse versehen, durch welche die Kolbenstange geht (Fig. 5). Außerdem hat jeder Deckel eine Schmierbüchse g, die man mittelst eines Griffs öffnet und verschließt, sobald man es für nöthig erachtet, einige Tropfen Oel auf den Kolben fallen zu lassen, um die Liederung mit Schmier zu versehen. Endlich ist der Deckel auch mit einem Sicherheitsventil l versehen, durch welches der Dampf entweichen kann, wenn im Innern des Cylinders der Druck zu bedeutend ist. Dieses Ventil besteht aus einer einfachen konischen Scheibe von Bronce, welche auf einem offenen Sitz von demselben Metall liegt, welcher in der Dicke des Deckels eingelassen ist. Eine Springfeder drückt darauf, um das Ventil so lange geschlossen zu erhalten, wie die Spannung des Dampfes den verlangten Grad nicht übersteigt. Ueber dem Ganzen ist eine Glocke von Kupferblech h, mit 3 Oeffnungen angebracht. Ein ähnliches Ventil l' ist an dem untern Theil eines jeden Cylinders angebracht.

Die Cylinder sind nicht allein mit den Kanälen l, l' (Fig. 7.), welche nach dem obern und untern Theile des Cylinders, sondern auch mit dem ringförmigen Kanal J (Fig. 5—8), aus einem Stück gegossen. Dieser Kanal führt den Dampf aus dem Dampfrohr K in die Vertheilungsbüchse M, während die andere Hälfte dieses Kanals j' den Dampf, welcher gewirkt hat, aus dem Innern des Cylinders, der Ausströmungsröhre K' zuführt. Ein innerer Scheider k, trennt die beiden Kanäle, die in eine und dieselbe Büchse ausgehen, der erstere außerhalb des Vertheilungsschiebers m (Figur 8) und der zweite ins Innere, so daß zwischen beiden keine unmittelbare Verbindung statt findet.

Obgleich jede Dampfmaschine nur für die Nominalkraft von 10 Pferden construirt sind, so haben doch die Kolben nicht weniger als 0,460 Met. im Durchm., folglich:

$$\left(\frac{0{,}460_m}{2}\right)^2 \times 3{,}1416 = 0{,}1662 \text{ Quadrm. Oberfläche,}$$

welches einer Oberfläche von $\frac{1662}{10} = 166$ Quadratcentimeter auf die Pferdekraft entspricht.

Es ist wahr, daß der Dampfdruck höchstens nur 2 Atmosphären, oder 2,066 Kilogr. auf das Quadrat-Centimeter beträgt, wenn er auf den Kolben gelangt, und folglich ist der Druck, wenn der Dampf auf der Hälfte des Laufs expandirt, höchstens noch der einer Atmosphäre oder von 0,033 Kilogr. auf das Quadratcentimeter.

Vertheilung des Dampfes. — Da die Cylinder schwingen und bewegliche Schieber haben, die auf geraden Oberflächen gleiten, wie es bei den Maschinen mit feststehenden Cylindern der Fall ist, so hat man den Vertheilungs-Mechanismus nothwendig so anbringen müssen daß die Schieber abwechselnd die Einströmungsöffnungen l und l' entblößten und dabei den Schwingungen der Cylinder und der Büchsen, in welche sie eingeschlossen sind, folgten, welches nicht ohne Schwierigkeiten ist.

Die zur Erreichung dieses Zwecks von den Constructeuren Penn und Nillus angenommene Einrichtung, ist zu gleicher Zeit sehr sinnreich und sehr einfach. Die Stange n eines jeden Schiebers ist in seiner Mitte verstärkt, um den abgerundeten Zahn o aufnehmen zu können, welcher

mit dem krummen Eisen p, (Fig. 1, 3 und 10) aus einem Stück besteht. Diese krumme Achse ruht mit ihren Zapfen an den Enden in den Lagern q, die an den Cylindern angebracht sind, und läuft einerseits in eine kleine Kurbel r aus, durch welche er eine hin und hergehend drehende Bewegung erlangt, wobei er den Schwingungen des Cylinders folgt und daher der Stange und dem Schieber eine wiederkehrend geradlinige Bewegung ertheilt. Da die Stange n von der Stopfbüchse über dem Dampfvertheilungskasten, so wie auch durch eine kleine Hülse s geleitet wird, die an dem obern Theil des Cylinders angeschraubt ist, so bleibt der Schieber beim Betriebe der Achse des Cylinders stets parallel und um so dichter auf den gut abgerichteten Sitz des Schiebers, welcher Druck durch den Dampf, so wie auch durch eine platte Feder im Innern der Büchse vollständig wird (Fig. 7 und 8).

Dieser Schieber ist eine einfache, länglich, viereckige, gußeiserne Scheibe, wie die gewöhnlichen Schieber, und in der Mitte ausgehöhlt, um den Durchgang des Dampfes aus dem Cylinder nach dem Condensator zu gestatten. Die Ränder oder die geraden Theile, welche die Oeffnungen l und l^1 abwechselnd bedecken, sind breiter als diese hoch sind, um das Einströmen des Dampfes zu unterbrechen, ehe der Kolben die Endpunkte seines Laufes erreicht hat.

Die kleine Kurbel r kann nicht direct mit der Excentrikstange verbunden werden, wie es bei den Maschinen mit feststehendem Cylinder der Fall ist, sondern es muß nothwendig ein Mittel geben, welches die nöthige Winkelbewegung gestattet, die der Gang des Schiebers erfordert, während sie zu gleicher Zeit den Cylinder-Schwingungen folgt.

Dieses Mittel besteht aus einem Bogen mit Coulisse, aus Schmiedeeisen O (Fig. 11, 12 und 13) der in seiner Mitte mit einem Knopf oder Angriffszapfen versehen ist, über welchen der Einschnitt am Ende der Excentrikstange P greift, welche so eingerichtet ist, daß sie nach Belieben eingerückt oder ausgerückt werden kann, wie es bei allen Dampfschiffen der Fall ist. Diese Zugstange endigt in einem Halse von Messing, welcher das kreisrunde Excentrik Q, welches auf der Triebwelle sitzt, umfaßt. Bei der Drehung dieses Excentrikums ist der an dem beweglichen Bogen angebrachte Knopf, genöthigt, auf- und nieder zu gehen, und daher diesem Bogen dieselbe Bewegung mitzutheilen. Damit aber der geradlinige Gang durchaus in einer senkrechten Ebene liege, so läuft er in halbe Hülse aus, welche an den Säulen A gleiten, und ist auch mit einer Stange versehen, die bis zu dem oberen Gesims O^1 reicht, um ebenfalls an 3 verschiedenen Punkten geführt zu sein.

Nun ist die Coulisse dieses beweglichen Bogens eine kleine stählerne Büchse u angebracht, die mit dem oberen Ende r verbunden ist. Folglich nöthigt er bei seiner auf- und niedersteigenden Bewegung die Kurbel und ihre Welle p, einen gewissen Winkel zu beschreiben, und ohne sie in ihrer schwingenden Bewegung zu hindern, weil dieses Futter beim Auf- und Absteigen, der Länge der Coulisse nachgleitet, welche nach einem concentrischen Kreis mit der Schwingung des Dampfcylinders construirt worden ist. Diese doppelte Bewegung der Kurbel und ihrer Achse, erfolgt auf eine sehr regelmäßige Weise, die in einem vollkommenen Verhältniß mit dem Lauf des Kolbens steht, so daß der Vertheilungsschieber stets in einer dem letztern entsprechenden Stellung steht, als wenn er nur eine wiederkehrend geradlinige Bewegung hätte.

Eine andere Bedingung, die ebenfalls eine gewisse Wichtigkeit bei einem solchen Apparat hat, da während dessen Betriebes sehr viele Hindernisse vorkommen, besteht darin, den Schieber, so oft es erforderlich ist, mit der Hand bewegen zu können. Zu dem Ende nimmt man die Excentrikstange von dem Angriffszapfen t ab, indem man die kleine Stange mit Griff v (Fig. 13) mittelst des Griffs v^1 (Fig. 1), und endlich den Angriffszapfen von sich stößt. Der bewegliche Bogen und die Kurbel r werden aufgehalten, obgleich das Excentrik noch in seiner drehenden Bewegung fortfährt. Der eiserne Bügel x, hält die Stange gegen den Zapfen, so daß derselbe auf und niedergehen kann, und man immer im Stande ist, denselben einzurücken, wenn man ihn wiederum durch die Maschine in Betrieb setzen will.

Wenn die Excentrikstange auf diese Weise ausgerückt ist, so kann man der beweglichen Welle mittelst des großen Griffs R, dessen Drehpunkt in y, an einer der Säulen befindlich, und stets in dem Bereich des Maschinenwärters ist, mit der Hand eine wiederkehrende Bewegung geben. Rückt man die Excentrikstange wieder ein, so wird sie in dieser Lage durch eine Feder mit einer Druckschraube in dieser Stellung erhalten.

Admissions- und Expansions-Ventile. — Der Dampf, welcher in dem Kessel erzeugt worden ist, kann nicht zur Vertheilungsbüchse strömen ohne durch den kleinen gußeisernen Cylinder s zu gehen, welcher das Admissions-Ventil enthält, und mittelst dessen der Maschinenwärter die Durchgangsöffnung, und außerdem das Expansions-Ventil reguliren kann, welches durch die Maschine selbst bewegt wird. Dieser Cylinder S ist an einem der röhrenförmigen Zapfen des Dampfcylinders angebracht. Das Ventil b (Fig. 14) dient zu gleicher Zeit als Hahn und als Regulator, und wird mit der Hand bewegt, weil seine Welle sich einerseits nach Außen verlängert und mit einem kleinen Hebel h^1 (Fig. 2) versehen ist, der sich mit der senkrechten Stange b^1 verbindet, der an einem andern größern Hebel c^1 aufgehängt ist. Dieser ist am Ende der horizontalen Welle d^1 (Fig. 1) angebracht, die an dem andern Ende mit dem Griff e versehen ist. Der Maschinenwärter braucht alsdann nur diesen Griff nach der einen

oder nach der andern Richtung zu drehen, um das Ventil zu öffnen oder zu verschließen.

Das konische Ventil s^1, welches auf dem kreisförmigen Sitze der Kapelle ruht, ist nach dem System der Cornwalliser Dampfmaschinen construirt. Es wird von der Triebwelle mittelst eines Heblings von zwei Abtheilungen, F, (Figur 1 und 15) in Bewegung gesetzt, so daß das Einströmen des Dampfes in die Dampfbüchse unterbrochen werden kann. Auf der Peripherie des Hebebaumens liegt stets eine Rolle, die sich in der Gabel F^2 dreht und die Welle derselben ist mit einem horizontalen Hebel versehen, der durch ein Gelenk mit der Stange g^1 (Fig. 1) verbunden ist. Diese Stange geht bis zu der Kapelle S hinab, um sich mittelst ihres untern Theiles mit dem Gegengewichtshebel k^1 zu verbinden, an welchem die Ventilstange hängt. Bei jeder Umdrehung der Welle, hebt der Kamm das Ventil zweimal und verschließt es auch eben so zweimal. Das Oeffnen findet am Anfang und der Verschluß gegen das Ende des Kolbenlaufs statt.

Mittelst einer kleinen Stellschraube i^1, die mit einem Rädchen als Griff versehen ist, rückt man die Gabel mit der Friktionsrolle leicht rechts oder links und bringt folglich die Rolle mit dem hervorstehendsten oder kleinsten Curve des Heblings in Verbindung. Mit letzterer beginnt die Expansion bei $^3/_{10}$ des Laufs und mit ersterer bei $^5/_{10}$ oder der Hälfte, d. h. das Einströmen des Dampfes wird bei $^3/_{10}$ oder bei der Hälfte des Kolbenlaufs unterbrochen.

Condensator und Luftpumpe. — Da die Maschine mit einem Druck von $1^1/_2$ bis höchstens 2 Atmosphären arbeitet, so ist es unerläßlich, den Dampf bei jedem Zuge des Kolbens zu verdichten, um eine Luftleere in dem Raume herzustellen, damit der ganze oder fast der ganze Druck zum Betriebe des Kolbens benutzt werden kann. Beide Maschinen gehen miteinander und es ist ein einziger Condensator und eine einzige Luftpumpe hinreichend; um den Zweck zu erfüllen. Wir haben schon bemerkt, daß der Condensator in der Sohlplatte selbst angebracht worden sei, die in ihrer Mitte den erforderlichen Behälter hat, wie man aus dem Querdurchschnitt Fig. 4 ersehen kann. Von beiden Seiten nimmt er durch die Röhrenstücke K^1 den Dampf aus beiden Cylindern auf. An der vordern Seite ist er mit einem Injectionshahn U mit Griff und Zeiger versehen, so daß man ihn nach Belieben drehen kann, während der Zeiger den Grad der Oeffnung angiebt. Die zweiarmige Röhre U^1, auf welcher der Hahn angebracht ist, verlängert sich bis außerhalb des Prahms, um das Wasser aus dem Bassin unmittelbar anzusaugen und es in den Condensator zu führen, in dem Maaß, daß sich dort die Luftleere bildet.

Da der vorliegende Bagger den Zweck hat, in der Nähe des Meeresufers, oder in Hafenbassins zu arbeiten,

die mit dem Meere in Verbindung stehen, so war es, wie bei den Meeres-Dampfschiffen zweckmäßig, die ganze Luftpumpe, ihre Kolben und ihre Ventile aus Bronze anzufertigen, da Gußeisen von dem Salzwasser angegriffen wird. Die Maschine von Nillus hat daher eine solche Einrichtung. Die Pumpe besteht aus einem bronzenen Cylinder V, der ausgebohrt und mit seinem obern Theile oben auf dem Condensator festgeschraubt ist, den er dadurch an diesem Puncte gänzlich verschließt. Sein Boden ist mit einem Saugventil m^1 versehen, welches ebenfalls aus Bronze gegossen und mit einem Schwanz versehen ist, der das Gleichgewicht hält, damit es sich ohne Geräusch und Widerstand schließt. Oben ist der Luftpumpen-Cylinder mit einem massiven Deckel X verschlossen. Derselbe besteht aus Gußeisen, hat Verstärkungsrippen und da wo die Kolbenstange hindurch geht, eine Stopfbüchse, damit keine Luft eindringen kann.

Der Kolben y (Fig. 4), der in dieser Pumpe befindlich ist, besteht ebenfalls aus Rothguß und eben so seine kreisrunde Klappe n^1. Die cylindrische Kehle ist mit einer Hanfliederung versehen und die eiserne Kolbenstange Y^1 gänzlich mit einer Hülse von Kupferblech überzogen, welche das Eisen gegen die Angriffe des Salzwassers schützt. Den Kopf dieser Stange bildet eine, aus zwei Stücken o^1 bestehende bronzene Hülse, welche die Mitte der eisernen Traverse Z (Fig. 1) umfaßt, die an beiden Enden mit stählernen Schlitten versehen ist, die an den beiden Stäben A^1 gleiten, welche den obern Kranz des Pumpencylinders mit dem Gesimse C verbinden. Die auf- und niedergehende Bewegung wird dem Kolben und seiner Stange, durch den mittlern, gekröpften Theil der Welle E und durch die schmiedeeiserne Lenkstange B^1 ertheilt. Dieselbe ist an ihrem untern Ende gabelförmig, um zu beiden Seiten von der Hülse o^1 mit der Traverse verbunden werden zu können.

Zur Seite des Luftpumpen-Cylinders ist ein weites gußeisernes Röhrenstück c, angebracht, welches mit einem Ventil p^1 versehen ist, das sich nach dem Reservoir D^2 hin öffnet, wohin die Luftpumpe das Condensationswasser drückt. Das was davon die Speisepumpen nicht gebrauchen, wird durch die Röhre E^1 aus den Prahm abgeführt.

Speise- und Kaltwasser-Pumpe. — Herr Nillus hat die schwingende Bewegung der Dampfcylinder benutzt, um auf dem Zapfen von einem derselben einen eisernen Ring F^1 (Fig. 3) anzubringen, der als Balancier dient, d. h. wie der Cylinder Schwingungen macht und dadurch die Kolben von drei kleinen Pumpen in Bewegung setzt, von denen zwei, H^1, zur Speisung des Kessels dienen, und das Wasser unmittelbar aus dem obern Theil der Luftpumpe aufnehmen. Die dritte Pumpe H^2 dient dazu, wenn es erforderlich ist, Wasser auf das Deck zu dessen Reinigung, oder an andere Puncte des Prahms zu schaffen.

Das Wasser wird außerhalb des Prahms angesaugt. Diese, wie gewöhnliche Druckpumpen construirten Pumpen, sind auch sehr gut gruppirt; sie sind mittelst Lappen an die Seitenwände der Traverse, welche einen Theil von der Sohlplatte und von dem Condensator bildet, festgeschraubt, und ihre Einrichtung ist wohlfeil und sehr fest.

Der Kessel, der die Maschine mit Dampf versieht, ist ein Röhrenkessel von bekannter Construction, die auch aus den Figg. 1 und 2, Taf. XXV ersichtlich ist.

Dimensionen der Hauptttheile von der Dampfmaschine des Baggers.

Dampfcylinder und Dampfkolben.

	Meter.
Durchmesser des Kolben	0,460
Lauf	0,800
Stärke	0,125
Höhe der Liederung	0,083
Durchmesser der stählernen Kolbenstange	0,054
Innere Höhe jedes Cylinders	0,971
Gußeisenstärke	0,018
Aeußerer Durchmesser der Kränze	0,580
Durchmesser der Sicherheitsventile	0,060
Lauf des Vertheilungsschiebers	0,020
Höhe der Schieberränder	0,068
Innere Höhe	0,113
Höhe der Einströmungs-Oeffnungen	0,040
Breite derselben	0,180
Höhe der Ausströmungsöffnung	0,064
Innerer Durchmesser der Admissionsröhre	0,095
Durchmesser des Expansionsventils	0,108
Höhe von dem Spiel dieses Ventils	0,016
Durchmesser der Auslaßröhre	0,122
Durchmesser der Zapfen	0,190
Breite derselben	0,090

Sohlplatte nebst dem Condensator und den Säulen.

Länge des mittlern Theils, der die Cylinder und die Luftpumpe trägt	2,360
Breite	0,964
Höhe	0,110
Oberer Durchmesser des Condensators	0,614
Unterer Durchmesser des Condensators	0,560
Höhe	0,570
Gußeisendicke	0,014
Länge der äußersten Theile	1,016
Breite in der Mitte	0,964
Breite der Füße	0,130
Höhe	0,110
Höhe des Gesimses	0,170

Triebwelle, Kurbeln und Triebrollen.

	Meter.
Ganze Länge der drei Theile von der Welle	4,540
Entfernung zwischen beiden Cylinderaxen	1,600
Durchmesser der Welle in der Mitte	0,125
Durchmesser an den Enden	0,100
Durchmesser der Zapfen an den Kurbeln	0,104
Breite derselben	0,114
Halbmesser der schmiedeeisernen Kurbeln	0,400
Breite der Warzen	0,100
Innerer Durchmesser derselben	0,125
Aeußerer Durchmesser	0,210
Stärke des Körpers	0,065
Mittlere Breite desselben	0,110
Innerer Durchmesser des Auges	0,050
Aeußerer Durchmesser	0,140
Breite	0,090
Aeußerer Durchmesser der großen Triebrollen	2,500
Aeußerer Durchmesser der kleinen	1,700
Breite derselben	0,225
Gemeinschaftliche Nabe. — Innerer Durchmesser	0,140
Aeußerer Durchmesser	0,225
Länge	0,240
Dicke am Rande des dünnen Kranzes	0,010
Dicke in der Mitte	0,015
Dicke des starken Kranzes, der als Schwungrad wirkt	0,170
Breite desselben, parallel mit der Axe	0,155

Luftpumpe und Kolben.

Innerer Durchmesser der Pumpe	0,375
Aeußerer Durchmesser	0,392
Höhe des aus Rothguß bestehenden Theils	0,534
Breite der untern Eingangsöffnung	0,143
Breite der Klappe	0,181
Breite der obern Ausgangsöffnung	0,100
Breite der Klappe	0,137
Breite derselben Oeffnungen	0,328
Innerer Durchmesser des Kolbens an der untern Basis	0,306
Innerer Durchmesser des Kolbens an der obern Basis	0,275
Durchmesser der cylindrischen Kehle	0,323
Kolbenlauf	0,340
Aeußerer Durchmesser der Liederung	0,375
Höhe derselben	0,070
Ganze Höhe des Kolbens	0,100
Höhe seiner mittlern Oeffnung	0,092
Aeußerer Durchmesser seiner Klappe	0,285
Dicke desselben ohne die Verstärkungsrippen	0,010
Durchmesser der eisernen Kolbenstange	0,034
Dicke des Mantels von Kupferblech	0,007

Speise- und Kaltwasser-Pumpen.

	Meter.
Kolbendurchmesser	0,069
Länge der Kolbenzüge	0,027
Balancier-Halbmesser oder Entfernung des Cylinders von dem Mittelpunkt des Zapfens	0,226
Durchmesser des Kaltwasser-Pumpenkolbens	0,056
Kolbenlauf	0,083
Entfernung vom Balancier-Mittelpunkt bis zur Mitte des Pumpenkolbens	0,150

Resultate des Calcüls.

Dampfcylinder.

Die Oberfläche eines jeden Dampfkolbens ist

$$\left(\frac{0{,}46\ \text{M}}{2}\right)^2 \times 3{,}1416\ \text{Met.} = 0{,}1662\ \text{Q. M.}$$

d. h. für jede nominelle Pferdekraft 166 Quadrat-Centimeter.

Das bei jedem Kolbenzuge erzeugte Volum beträgt

$$0{,}1662\ \text{Q. M.} \times 0{,}800\ \text{M.} = 0{,}13296\ \text{Kubikmeter}$$

oder 132,96 K. Decim.

Da der Druck des zu den Cylindern gelangenden Dampfes $1^1/_2$ Atmosphären

oder $1{,}5 \times 1{,}033 = 1{,}55$ Kilogr. auf das Quadratcent. beträgt;

so ist der ganze Druck auf den Kolben beim Einströmen $= 1662$ Q. C. $\times 1{,}55$ K. $= 2576$ Kilogr.

Nimmt man an, daß der Dampf bis zur Hälfte des Laufs einströme und daß in der zweiten Hälfte Expansion stattfinde, so wird der Dampfverbrauch bei jedem Zuge

$$\frac{132{,}96}{2} = 66{,}48\ \text{Kubik. Dec. oder}\ 0{,}06648\ \text{K. M.}$$

Nun kann aber ein Kubikmeter Dampf von $1^1/_2$ Atmosphären Druck, der bis zum Doppelten expandirt eine Leistung von

26244 Kilogrammeter

hervorbringen, und man hat folglich

$$0{,}06648\ \text{K. M.} \times 26244 = 1744,\ 50\ \text{Kilogrammeter.}$$

Wenn die Condensation gut ist und man eine möglichst vollständige Luftleere in dem Cylinder erhält, so beträgt der Gegendruck, der sich dem Gange des Kolbens widersetzt nicht mehr als

0,20 Kil. auf das Quadratcentimeter,

d. h. $0{,}20 \times 1662 = 332{,}40$ Kil.

Und das Product des Gegendrucks während eines Laufs von 0,800 Met. ist gleich

$$332{,}40 \times 0{,}800 = 265{,}92\ \text{Kilogrammeter.}$$

Man hat daher als Effectiv-Leistung des Kolbens für einen ganzen Lauf

$$1744 - 265{,}92 = 1478{,}78\ \text{Kilogrammeter.}$$

Da die Kolbengeschwindigkeit 1 Meter in der Secunde beträgt, so ist die Anzahl der einfachen Züge in der Minute

$$\frac{60}{0{,}80} = 75.$$

Demnach beträgt die theoretische Leistung des Kolbens in einer Minute

$$1478{,}78 \times 75 = 110908{,}5\ \text{Kilogrammeter;}$$

oder da eine Pferdekraft $= 60 \times 75 = 4500$ Kilogrammeter auf 1 Fuß, so ist diese Leistung gleich

$$\frac{110908{,}5}{4500} = 24{,}64\ \text{Pferdekräfte.}$$

Es ist demnach hinreichend, daß das Verhältniß des Nutzeffects zu der theoretischen Leistung 42% betrage, um die Nominalkraft von 10 Pferden zu erlangen, da

$$24{,}64 \times 0{,}42 = 10{,}35.$$

Da aber die Maschine in allen ihren Theilen vollkommen construirt und gut unterhalten wird, so beträgt ihr Nutzeffect wenigstens 50%. d. h. daß bei der oben angenommenen Pressung und Expansion, jede Maschine einen Nutzeffect von wenigstens 12 Pferden, oder beide von 24 Pferden, bei einer Geschwindigkeit von 37 bis 38 Umdrehungen in der Minute, habe.

Den Dampfverbrauch bei jedem Kolbenzug, wenn die Expansion auf dessen Hälfte erfolgte, beträgt bei zwei Cylindern und bei dem Druck von $1^1/_2$ Atmosphären,

$2 \times 66{,}48$ Kubikdecimeter $\times 0{,}0584$ Kil. $= 0{,}1141$ K., oder wenn man $^1/_{10}$ für die Verluste hinzufügt 0,1255 Kil., oder in einer Minute etwa 4,5 bis 5 Liter, und in der Stunde 270 bis 300 Liter, d. h. 14 bis 15 Liter Wasser auf eine Pferdekraft und in der Stunde, bei einem Nutzeffect von 20 Pferdekräften.

Dampfleitungen.

Der Durchschnitt der Admissionsröhre ist

$$\left(\frac{0{,}095}{2}\right)^2 \times 3{,}1416 = 0{,}007088,$$

d. h. $\frac{71}{1662}$ oder etwa $^1/_{23}$ von der Oberfläche des Dampfkolbens.

Die Oberfläche der Oeffnungen, durch welche der Dampf einströmt, beträgt

$0{,}040 \times 0{,}180 = 0{,}0072$ Q. M. $= 72$ Quadrat-Centm., oder ebenfalls $^1/_{23}$. von der Kolbenoberfläche.

Die Oberfläche der Oeffnung, durch welche der Dampf ausströmt, ist gleich

$$0{,}064 \times 180 = 0{,}01152,$$

d. h. $\frac{115}{1662}$ oder fast $^1/_{14}$ von der des Kolbens.

Luftpumpe.

Die Oberfläche des Luftpumpen-Kolbens ist

$$\left(\frac{0{,}375}{2}\right)^2 \times 3{,}1416 = 0{,}1075\ \text{Q. M. oder}\ 1075\ \text{Q. C.}$$

Das bei jedem Lauf erzeugte Volum ist gleich

$$0{,}1075 \times 0{,}34 = 0{,}03655 \text{ Kub. Met.}$$

oder 36,55 Kubik-Decim.

Das Verhältniß dieses Volums zu dem des Dampfcylinders ist

$$\frac{36{,}55}{132{,}96}$$

oder etwa $^1/_4$ des von dem Dampfkolben erzeugten Volums.

Da aber diese Pumpe einfach wirkend ist, so saugt der Kolben nur bei dem Aufgange, und die bei jeder Umdrehung angesaugte Wasser- und Luftmenge beträgt wirklich höchstens nur $^1/_8$ von dem Volum des Dampfcylinders. Dieses Verhältniß ist mehr als hinreichend zur Hervorbringung einer guten Condensation und folglich zur Erzeugung einer gehörigen Luftverdünnung, um mit einem Dampfdruck von $1^1/_2$ bis 2 Atmosphären und mit einer Expansion bei $^5/_{10}$ oder $^3/_{10}$ des Kolbenlaufes zu arbeiten.

Wasserpumpen.

Der Querschnitt einer jeden von den Speisepumpen ist

$$\left(\frac{0{,}069}{2}\right) \times 3{,}1416 = 0{,}003739 \text{ Q. M.}$$

Das von jedem Kolben durch doppelte Schwingung des Dampf-Cylinders erzeugte Volum beträgt

$$0{,}003739 \text{ Q. M.} \times 0{,}127 \text{ M.} = 0{,}000475 \text{ K. M.},$$

d. h. fast ein Liter Wasser bei jeder Drehung für die beiden Pumpen, oder etwa 35 bis 36 Liter in der Minute für 37 bis 38 Umdrehungen der Triebwelle.

Nimmt man nun weiter an, daß der Nutzeffect dieser Pumpen nur $^5/_6$ von dem obigen betrage, so kann man stets darauf rechnen, daß sie im Stande sind, wenigstens 28 bis 30 Liter Wasser in der Minute in den Kessel zu schaffen, d. h. 5 bis 6 Mal mehr Wasser, als die Cylinder Kilogr. Dampf verbrauchen.

Der Querschnitt der Kaltwasserpumpe beträgt nur

$$\left(\frac{0{,}056}{2}\right)^2 \times 3{,}1416 = 0{,}002463 \text{ Q. M.},$$

und das Volum, welches er bei jeder doppelten Schwingung erzeugt, ist gleich

$$0{,}002463 \times 0{,}083 = 0{,}0002044 \text{ K. M.}$$

oder 7 bis 8 Liter in der Minute

Bemerkungen

über öffentliche Arbeiten in England, gesammelt auf einer Reise im Jahre 1846 von dem französischen Ingenieur **Malezieux.**

(A. d. Annales des Ponts et Chaussées, Mai- und Juniheft 1849.)

I. Eisenbahnen.

1. Stationen.

Centralisation der Bahnhöfe und Verbindung der Eisenbahnen und der Meereshäfen unter einander. — Die Untersuchung der bereits vorhandenen, oder der im Bau begriffenen, oder der projectirten Eisenbahnen beweißt, daß man immer mehr und mehr an folgende Bedingungen eine Wichtigkeit knüpft: 1. Die Bahnhöfe so viel als thunlich in die Mitte der Städte zu legen; 2. eine directe Verbindung zwischen den Eisenbahnen und den Häfen herzustellen. Man sucht es möglichst zu vermeiden, daß die Reisenden noch lange Omnibusfahrten machen und die Güter noch weit durch Pferde oder Menschen bis zum Orte ihrer Bestimmung geschafft werden müssen. — Dem Originale sind auf zwei Tafeln die Grundrisse von den hauptsächlichsten Städten Großbritaniens beigegeben, welche dies wesentlich erläutern, jedoch können wir diese Pläne hier nicht wieder geben, da wir auf eine gewisse Anzahl von Tafeln beschränkt sind.

Es sind sehr zahlreiche Entwürfe gemacht, um selbst in das Herz von London die 8 Eisenbahnen zu führen, die von dort nach allen Theilen des Landes auslaufen und um sie unter einander und mit dem Themse-Docks zu verbinden.

Zu Liverpool hat man sogar die bedeutenden Kosten des Betriebes zweier langer Tunnel nicht gespart, einerseits um die Personen-Station mitten in die Stadt und andererseits die Güterstation in die Nähe der Docks anlegen zu können. Anfänglich war sie noch 100 Meter vom Kings Docks entfernt, allein neuerlich hat man die Bahn bis an den Rand der Becken weiter geführt, so daß die Güter, mittelst eines Krahns, direct aus den Schiffen in die Eisenbahnwagen eingeladen werden können.

Zu Manchester liegen alle Stationen der Reisenden und die speciell für die Güter bestimmten, von allen den vier Eisenbahnen, welche diese großartige Fabrikstadt mit Liverpool, Bolton, Leeds, und Sheffield verbinden, in einem Bogen, der aus dem Centrum der Stadt mit einem Halbmesser von 1200 Met. beschrieben wird, indem sich die Vorstädte noch 800 Met. weiter erstrecken. Neuerlich hat man diese Stationen durch eine Verbindungsbahn vereinigt, die man von der Güterstation der Liverpooler Bahn bis zu der der Sheffielder Bahn führt; sie geht mittelst eines Viaducts über die Häuser weg mitten durch die Stadt

und zwar fast in den beiden großen Straßen: Liverpool-Road und Great Bridgewater-Street.

Zu Birmingham liegt der Bahnhof bereits in der Stadt selbst, allein man will ihn noch mehr in die Mitte führen und es geht ein Tunnel durch den Hügel, auf welchem sich die St. Bartholomäus-Kirche erhebt. Die beiden Eisenbahnen, von London und von Liverpool laufen bei ihrem Eintritt in Birmingham auf Viaducten; die Derby-Bahn liegt am Boden, steht aber mit den beiden andern durch einen Hebungs-Apparat in Verbindung. So vollkommen derselbe auch wirkt und so rasch die Wagen auch aus einem Niveau in das andere gebracht werden, so beklagt man sich doch sehr, daß keine directe Verbindung mittelst einer Eisenbahn vorhanden ist.

Zu Glasgow erbauet man einen Viaduct über den Clyde und zwar vor der letzten Brücke stromabwärts, um die Bahnlinie im Norden des Flusses mit der im Süden, direct zu verbinden.

Zu Newcastle kommen zwei Hauptlinien vom Norden und zwei vom Süden an den Tyne und man dachte anfänglich nicht daran, den breiten und tiefen Fluß direct zu überschreiten. Jetzt aber legt die Gesellschaft der Newcastle-Berwick-Bahn eine gußeiserne Brücke an, deren Kosten, ohne die Expropriationen an Grund und Boden und Häusern, zu $7^1/_2$ Millionen Francs veranschlagt worden sind.

Edinburg ist durch ein enges Thal mit steilen Abhängen in zwei Theile getheilt und auf der Sohle dieses Thals hat man den Centralbahnhof für die Edinburg-Glasgow, und Edinburg-Newcastle-Bahn erbauet. Da dieser Bahnhof nur auf einen sehr beengten Raume angebracht werden konnte, so gelangt man mittelst einer steilen Rampe zu demselben. Am Eingang und Ausgang der Schlucht sind für die Bahn kurze Tunnels vorhanden. Die Werkstätten und Magazine liegen außerhalb der Stadt.

2. Vortheile, die Expeditionen und Passagierzimmer der Bahnhöfe statt an den Endpuncten der Bahnen, parallel mit denselben anzubringen.

Bei Bahnhöfen am Anfangspunct einer Eisenbahn legt man die Expeditionen und Aufenthaltszimmer für die Reisenden entweder parallel mit der Bahnlinie oder an deren Endpunct an. Ich habe die Ueberzeugung gewonnen, daß die erstere Einrichtung die bessere ist.

Man findet in England Beispiele von beiden Systemen, allein das erstere ist das häufigere, besonders bei den neuerlich angelegten, z. B. zu Dublin der Bahnhof der Dublin-Carlow-Bahn; zu Manchester der Bahnhof der Manchester-Sheffield-Bahn; zu Newcastle der Bahnhof der Newcastle-Carlisle-Bahn 2c.

Zwei Vortheile sind es besonders, welche die diesem System zu machenden Einwürfe übersteigen; nämlich daß man die Bahnlinie leichter verlängern kann und daß es den Reisenden mehr Bequemlichkeit darbietet.

Der Bahnhof der London-Dover-Bahn zu London, steht quer vor der Bahn. Der Dienst ist dort ein sehr vollkommener, so daß er als Muster angenommen werden kann. Jedoch ist es für die Reisenden belästigend, von dem Bahnhofsgebäude das ganze Trotoir hinabzugehen, um die Coupeés nach der Nummer ihres Billets zu suchen, und es ist dabei eine Verwirrung um so eher unvermeidlich, da die Wagennummern oben angeschrieben stehen und es einige Mühe macht, sie zu lesen. Steht aber das Bahnhofsgebäude mit der Bahn parallel, so kann eine solche Verwirrung nicht entstehen, denn indem die Reisenden aus den Aufenthaltssälen auf den Perron heraustreten, überblicken sie sofort die Wagen und ihre Nummern und um zu denselben zu gelangen, dürfen sie nur einen kurzen Weg machen. Auch für das Beaufsichtigungspersonal ist eine solche Einrichtung weit zweckmäßiger, und ist der Bahnhofsinspector weit eher im Stande, den ganzen Zug zu übersehen und da einzugreifen wo es erforderlich ist.

Für das äußere Ansehen und das Decorative, taugen die quer vor dem Bahnende stehenden Bahnhofsgebäude auch nichts; allein darauf sieht man in England weniger.

3. Zweckmäßigkeit, die Reisenden nicht in den Aufenthaltssälen einzuschließen.

In England schließt man die Reisenden nicht in die Aufenthaltszimmer bis zu dem Zeitpunkte der Abfahrt ein. Die Reisenden erkennen auch sehr gut das Zweckmäßige, sich sogleich nach ihrer Bequemlichkeit in den Wagen zu setzen, sobald sie ihr Billet gelöst haben.

Man sieht in England nicht wie in Frankreich und Deutschland, die ungeduldigen Reisenden sich bunt durcheinander, auf den Zug stürzen, sobald die Thüren der Aufenthaltszimmer geöffnet worden sind, auf gut Glück zu einem Wagen gehen, oder die Beamten mit Fragen belästigen, so daß nach vieler Mühe und vielem Lärm, dennoch viele mißvergnügt sind, weil sie in dem Wirwar von ihren Reisegefährten getrennt wurden.

Bei der englischen Einrichtung brauchen die Aufenthaltszimmer gar nicht so groß zu sein, und eben so wenig bedürfen sie der prächtigen und kostbaren Decorationen, wie man sie in Frankreich und Deutschland findet. So ist in Darmstadt der Aufenthaltssaal für die Reisenden 1r. und 2r. Classe eben so prächtig als geschmackvoll eingerichtet, allein man darf dort nichts verzehren. Weit zweckmäßiger ist es, wenn die Reisenden nach ihrem Belieben handeln können, denn die Furcht, daß die Reisenden, wenn sie zu früh zum Zuge gelangen, den Dienst stören, oder Schaden nehmen könnten, wenn sie sich der Maschine zu sehr nähern, ist jedenfalls übertrieben.

4. **Einfachheit bei dem Reisegepäck-Dienst.**

In Frankreich und in Deutschland wird das Gepäck der Reisenden an die Gepäckerpediton abgegeben, gewogen, das Uebergewicht bezahlt, und endlich werden die mit Etiqueten versehenen Collis zusammen in einen Gepäckwagen gebracht. Beim Ankommen des Zuges werden sie ausgeladen, und in einem besondern Raume nach und nach an die Reisenden abgegeben. Es ist dies eine sehr langweilige und oft viele Irrthümer veranlassende Sache, von der man sich in England gänzlich befreit hat.

Zuvörderst sucht man die Formalitäten so viel als möglich abzukürzen. Nur auf wenigen Eisenbahn-Linien wird das Reisegepäck noch gewogen und mit Zetteln versehen. So z. B. fährt auf der Bahn nach Dovre der Gepäckträger seinen Karren auf eine Waage, ohne ihn jedoch los zulassen, wodurch man nur eine annähernde Gewichtsbestimmung erlangt. Nun steigt der Reisende in seine Wagen-Abtheilung und sein Gepäck wird auf dessen Decke untergebracht. Kommt man nun an einen Punkt, wo sich die Bahn verzweigt, so kommt der Reisende doch nicht in die Gefahr, den einen Arm zu verfolgen, wärend sein Gepäck auf dem andern weiter geschafft wird.

Bei Ankunft des Zuges, wird das Gepäck sofort von den Wagendecken heruntergenommen und auf den Perron gestellt, von wo es die Reisenden entweder selbst wegnehmen und fortschaffen, oder es einem Gepäckträger übergeben. Auf diese Weise ist es möglich, daß nach einigen Minuten ein Bahnzug von 500 Personen die Station verlassen hat. Man muß sich wirklich wundern, mit welcher Ordnung und Ruhe das alles abgemacht wird. Außerdem ist das Personal der Gepäckführer weder zu groß noch zu klein, so daß der Reisende einerseits keine Zudringlichkeiten erfährt, und andererseits auch stets das nöthige Personal hat.

Endlich hat die Erfahrung hinlänglich bewiesen, daß bei diesem Verfahren bei der Ablieferung des Gepäckes, nur höchst selten Irrthümer oder Beraubungen vorfallen.

5 **In den Zwischenstationen ist es zweckmäßig, daß die Reisenden nicht quer über die Bahn gehen zu brauchen, um von einer Seite auf die andere zu gelangen.**

Die Einrichtung der Zwischen-Stationen hat eine Schwierigkeit mehr, als die der Endstationen. Die Eisenbahnen auf denen die Züge nach beiden Richtungen gehen, haben bei Wegübergängen Barieren zu beiden Seiten, und man hat den Uebergang über dieselben sehr erschwert. Man hat jedoch in England gefunden, daß diese Uebergänge nur zu wenigen Unglücksfällen Veranlassung geben, und ist daher auf vielen Bahnen durchaus nicht so schwierig in dieser Beziehung, wie z. B. auf der ganzen Bahnlinie zwischen London und Birmingham. Dagegen ist auf den Hauptstationen der großen West-Bahn (Swinden, Bath, Bristol) und auf mehreren neuerlich erbaueten Eisenbahnen, der Uebergang gänzlich verboten. Zu diesen letztern gehört die Bahn von London nach Dovre, deren Construction und Betrieb überhaupt sehr musterhaft sind.

6. **Der Dienst auf großen Bahnhöfen wird sehr vereinfacht wenn man zu beiden Seiten derselben Billet-Ausgaben und Aufenthaltszimmer anbringt.**

Auf den Haupt-Stationen der London-Dover-Bahn, z. B. zu Tunbridge, Ashford, Folkstone, so wie auch zu Bath und zu Bristol auf der großen West-Bahn, hat man zu beiden Seiten der Eisenbahn Billet-Ausgaben und Aufenthaltszimmer angebracht, so daß der Stationsdienst in 2 verschiedene Theile zerfällt, nämlich für die kommenden und für gehenden Züge. Für Hauptstationen und für solche Linien, deren Betrieb durch mehrere Zweigbahnen verwickelt ist, hat diese Einrichtung offenbar viel Zweckmäßiges.

7. **Auf den Stationen die auf Aufschüttungen stehen, ist es zweckmäßig, die Expeditionen und Aufenthaltszimmer, in eine gleiche Sohle mit der Eisenbahn zu bringen.**

Auf den Stationen, die auf einer Aufschüttung angebracht werden mußten, kann man die Expeditionen und die Passagierzimmer, entweder in gleicher Sohle mit den Chausseen, oder mit der Eisenbahn anbringen.

Fast überall in England habe ich das letztere gefunden, und man wird einsehen, welche Vortheile diese Einrichtung für den Bahnhofs-Inspector und für die Bequemlichkeit der Reisenden hat, indem jener das Ganze leichter übersehen kann, und letztere von dem Bahnhofsgebäude bis zu der Bahn, oder umgekehrt, keine Treppen auf und abzusteigen haben. Auf einigen Bahnen waren die Expeditionen in der Sohle der Chausseeen, und die Passagierzimmer in der Sohle der Bahn angebracht. Nirgends aber sah ich Bahnhofsgebäude, die ganz und gar an den Chausseen lagen.

8. **Es ist zweckmäßig, die auf Aufschüttungen angebrachten Stationen mit den übrigen Straßen durch Rampen zu verbinden.**

Sind die Stationen auf einer Aufschüttung, so kann man die großen Straßen und die Eisenbahn entweder mit einer Treppe, oder mit einer Rampe in Verbindung bringen.

Letzteres ist weit zweckmäßiger, selbst wenn die Rampe eine Neigung von mehr als 0,05 Meter auf das Meter haben muß. Eine Rampe ist bequemer für die Reisenden und für die Hinaufschaffung ihres Gepäckes, sie ist nothwendig für die Auffahrt von Equipagen, Thiere und schwere Frachtgüter.

Stationen mit Treppen haben wir nur in den 4 oben erwähnten Städten: Bath, Bristol, Dublin, Greenock gesehen;

allein es muß noch bemerkt werden, daß in den ersten beiden Städten die Stationen so dicht mit Häusern umgeben waren, daß Rampen nicht angebracht werden konnten.

Die auf diese Weise, auf eine Rampe gestellten Stations-Gebäude, gewähren einen großartigen Anblick; die Rampen können auch, wie es in Edimburg geschehen, auf Bögen gestellt werden, welches den Vortheil gewährt, daß die Circulation nicht unterbrochen wird.

9. Bedeckung der Bahnhofs-Hallen.

Die meisten neuerlich errichteten Bahnhofs-Hallen in England bestehen aus Guß- und Schmiedeeisen, hauptsächlich aus letzterem, und zwar wendet man neuerlich mehr flache, als runde Stäbe an, welche eine leichtere Verbindung gestatten als die runden.

10. Der Güter-Transport, die aus den Händen der Spediteure in die Eisenbahn-Gesellschaften übergehen.

Bekanntlich besorgten anfänglich, als in England die Eisenbahnen erst in Aufnahme kamen, die Spediteure den Gütertransport, und die Eisenbahngesellschaften gaben nur die Locomotivkräfte her. Dieses System hatte aber so bedeutende Nachtheile, sowohl für das Publikum, als auch für die Eisenbahn-Gesellschaften, daß man es nur noch auf wenigen Bahnen findet.

2. Material.

1. Auf keiner Bahn in England habe ich neue Formen für die Schienen wahrgenommen. In Beziehung auf die Unterlagen der Schienen muß bemerkt werden, daß man auf mehreren Bahnen, auf denen man hölzerne Querschwellen bis jetzt nur auf Viaducten und Dämmen, übrigens aber Steinblöcke angewendet hatte, die letzern nach und nach gegen hölzerne Schwellen ausgetauscht worden sind.

2. Ueber die Stellung der Cylinder an den Locomotiven, über die Dimensionen der Kessel, über die Größe und die Construction der Räder, sowohl an den Locomotiven als auch an den Wägen, herrschen sehr verschiedenartige Ansichten, von denen ich die wichtigsten hier mittheilen will.

Auf der London-Birmingham-Bahn, findet man fast gar keine Locomotiven mit auswärts liegenden Cylindern. Hr. Bury, dessen Fabrik die Locomotiven liefert, behauptet, daß Locomotiven mit äußern Cylindern eine geringere Stabilität haben, indem der Schwerpunkt zu hoch liege; daß außerdem ein bedeutender Kraftverlust dadurch stattfinde, daß die Kolben nicht in der Richtung der Bewegung selbst, auf die Räder wirken. Hr. Bury, will durch genaue Versuche gefunden haben, daß eine Maschine mit innenliegenden Cylindern, von 0,35 Meter Durchmesser, ganz dieselbe Leistung hervorbrachte, als eine Locomotive mit äußern Cylindern von 0,375 Meter Durchmesser. Hr. Bury, behauptet auch immer noch, daß 4 Räder sowohl an Locomotiven als Wagen hinreichend seien, und bemerkt, daß wenn die vordere Axe einer 6räderigen Locomotive zerbreche, die beiden andern Axen das Umstürzen der Maschine nicht verhindern könnten; er sucht ferner zu beweisen, daß 6 Räder in den Curven eine sehr bedeutende Reibung verursachen. Ebenso gibt er auch den 4räderigen Tendern den Vorzug vor 6räderigen. Zu Gunsten seiner Meinung führt Hr. Bury noch Folgendes an: Größere Wohlfeilheit der 4räderigen Locomotiven gegen die 6räderigen; größere Leichtigkeit, weshalb sie auch weniger Triebkraft erfordern; geringere Gefahr in den Curven aus der Bahn zu kommen; erfordern weit kleinere Drehscheiben. Sicher ist es, daß diese Meinungen des Hrn. Bury nur einzeln dastehen, und denen aller übrigen Eisenbahn-Ingenieure Englands entgegen sind.

Auf der großen Verbindungsbahn herrschen gerade die entgegengesetzten Ansichten. Man gibt den Maschinen mit außenliegenden Cylindern, sowohl bei den Personen- als Güterzügen, schon aus dem einfachen Grunde den Vorzug, weil die gekröpften- oder Kurbelaxen, sehr leicht zu Brüchen Veranlassung geben. Hr. Norris ist übrigens der Meinung, daß die Stellung der Cylinder keinen wesentlichen Einfluß auf die Kraft derselben habe. Auch gibt dieser Ingenieur den 6räderigen Locomotiven, wegen der größern Sicherheit, die sie gewähren, einen großen Vorzug und behauptet, daß wenn auch die Vorder-Axe breche, die Maschine wohl fallen, aber nicht umstürzen könne, daß die mittlern Räder die Bahn nicht verlassen, und daher auch kein Ablaufen der Maschine von derselben stattfinde; er hat Gelegenheit gehabt, mehrere Beispiele zur Bestätigung dieser Thatsache nachweisen zu können. Er ist auch der Meinung, daß es zweckmäßiger sei, die gewöhnlichen Personenwagen mit 6 Rädern zu versehen, indem man dadurch den 3fachen Vortheil erreiche, das Ablaufen zu erschweren, die Schwankungen des Wagens zu vermindern, und weil bei 6 Rädern ein Axenbruch den Wagen in den Stand setze, ohne weitere Gefahr den Weg fortzusetzen.

Auf der Eisenbahn von Manchester nach Sheffield, gibt man den Locomotiven mit äußern Cylindern bei Personenzügen den Vorzug, wogegen man bei Güterzügen Maschinen mit innern Cylindern zweckmäßiger findet. Dies ist auch die Meinung des Herrn Sharp zu Manchester, obgleich derselbe in seiner ungeheuern Maschinenfabrik Locomotiven aller Art, so wie sie der Besteller aufgibt, ausführen läßt.

Auf der York- und North-Midland-Bahn wendet man beide Systeme an, will aber gefunden haben, daß Locomotiven mit äußern Cylindern ein stärkeres Schwanken veranlassen.

Auf der Great-Western-Bahn haben alle Maschinen

inliegende Cylinder. Bei den neuern Maschinen auf dieser Bahn sind die Cylinder 0,602 Met. lang, haben 0,40 Met. im Durchmesser; der Kessel hat 1,354 Met. im Durchmesser und ist 3,01 Met. lang.

Auf der Bahn von London nach Southampton wendet man Locomotiven mit äußern Cylindern für die Personenzüge und solche mit innern Cylindern für die Güterzüge an. Bei den neuern Maschinen auf dieser Bahn ist der Kessel 1,204 Met. weit, 3,01 Met. lang, und enthält ungefähr 220 Röhren. Wenn man diese Maschinen von 3 Met. Länge mit denen vergleicht, die in der berühmten Fabrik von Stephenson zu Newcastle erbaut werden, und die eine fast doppelte Länge haben, so sieht man, wie wenig Uebereinstimmung in den Constructions-Grundsätzen der englischen Maschinenbauer herrscht, und wie man überhaupt die zweckmäßigsten Dimensionen der Maschinen noch gar nicht kennt.

In Irland gibt man den Maschinen mit innern Cylindern und mit 6 Rädern, sowie auch 6räderigen Tendern und Personenwagen, den Vorzug.

Fast ganz allgemein macht man die Locomotiven schwerer, um Rampen damit ersteigen zu können. Auf den neuen Eisenbahnlinien in Irland, sowie auf der Bahn von Glasgow nach Kilmarnock, nimmt man 0,013 Meter als die stärkste Steigung an. Man befährt jetzt mit Locomotiven die Rampen, deren Steigungen wir hierunter angeben, und bei denen man sonst feststehende Maschinen anwendete:

0,024 Meter auf der Bahn von Glasgow nach Edinburg.
0,025 „ „ der von Manchester nach Leeds.
0,027 „ „ der von Birmingham nach Glocester.

Die Rampe von 0,024 M. findet sich in einem 1800 Met. langen Tunnel, in der Nähe des Bahnhofs von Glasgow. Die Rampe von 0,027 M. wird von einem 254 Tonnen schweren Zuge mittelst einer einzigen Locomotive erstiegen, die ein Gewicht von 30 Tonnen hat, und an der alle 6 Räder gekuppelt sind.

3. Auch in Beziehung auf die Construction der Räder findet eine sehr große Meinungsverschiedenheit statt.

Eine von den großen Werkstätten zur Construction der Eisenbahnräder ist die von den Herren Fox Henderson et Comp. zu Smethwick bei Birmingham. Speichen und Felgen bestehen aus Schmiedeeisen, die Nabe dagegen aus Gußeisen. Auch Sharp zu Manchester fertigt viel Räder an, die auch auf dem Festlande als vortrefflich anerkannt sind. Auch die für die Great-Western-Bahn angefertigten Räder gehören zu den bessern; dort macht man auch das untere Gestell sowohl für die Tender, als auch für die Personenwagen 1r Classe, gänzlich aus Schmiedeeisen.

Auf der Südwestbahn macht man die Räder mit hölzernen Speichen, die Nabe aus Gußeisen und eine Felge von Schmiedeeisen. Diese Räder sind theurer als die übrigen, allein man rühmt ihnen nach, daß sie weniger Stöße veranlassen und wendet sie daher bei den Wagen 1r Classe an.

(Schluß folgt im nächsten Heft.)

Bestimmung

der hauptsächlichsten Gesetze und Zahlenverhältnisse,

welche bei der Berechnung der Dampfmaschinen in Berücksichtigung kommen;

von

Hrn. **V. Regnault.**

Die vorliegende Arbeit ist auszugsweise aus dem nachstehend aufgeführten höchst wichtigen Werke entnommen und wird dieselbe wegen des bedeutenden Einflusses, den sie auf die Theorie der Dampfmaschinen hat, hier mitgetheilt. Der Titel des gedachten Werkes ist folgender: **Relation des expériences entreprises par ordre de M. le ministre des travaux publics, et sur la proposition de la commission centrale des machines à vapeur, pour déterminer les principales lois physiques et les données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur; par M. V. Regnault, ingénieur en chef au corps des mines etc.**

(96 Bogen gr. 4. und 8 Kupfertafeln in Folio. Paris 1848 bei J. Didot. Eine Uebersetzung dieses Werkes hat der Redakt. d. Bl. unter der Feder.)

Das Werk enthält, außer einer Einleitung, zehn Abhandlungen, von denen wir die hauptsächlichsten Resultate kennen lernen wollen.

Die physikalische Theorie und die vorzüglichsten physikalischen Gesetze der Dampfmaschinen.

Die theoretische Berechnung der von den Dampfmaschinen hervorgebrachten Leistungen, ist auf einige unwiderlegbare Grundsätze der allgemeinen Mechanik, sowie auf mehrere physikalische Gesetze begründet, denen es aber bis jetzt an jeder sichern Basis fehlte. Die Autoren, welche über die Theorie dieser Maschinen geschrieben haben, mußten als Fundament ihrer Berechnungen Gesetze annehmen, die nur als Hypothesen angesehen werden dürfen, zu denen die Physiker

meistens geführt wurden, in denen die Gesetze, die selbst nicht einmal bei den permanenten Gesetzen genau richtig sind auch auf die Dämpfe ausdehnten. Wenn man daher die wirkliche Leistung einer Dampfmaschine mit derjenigen vergleicht, welche die theoretische Berechnung ergibt, findet man stets, selbst bei den besten Maschinen einen bedeutenden Ausfall. Ein großer Theil desselben kann freilich den Störungen zugeschrieben werden, welche durch das Spiel der Apparate, selbst bei den physischen Bedingungen veranlaßt worden ist; er rührt von dem Verlust der lebendigen Kraft her, welche durch die Abkühlung des Dampfes herbeigeführt worden ist, von dem Widerstande, der sich während des Betriebes der Maschine, indem der Dampf durch Röhren von unregelmäßigen Formen, und indem er durch mehr oder weniger enge Oeffnungen strömt, entwickelt. Endlich werden Verluste der lebendigen Kraft durch Reibungen und Erschütterungen der verschiedenen Maschinentheile veranlaßt. Ein großer Theil der Differenz kann aber auch die ungenauen Fundamental-Gesetze, die man bei dem Calcul eingeführt hat, zum Grunde haben.

Die Maschinenbauer und alle Diejenigen, welche sich mit der Theorie und Praxis der Dampfmaschinen zu beschäftigen haben, empfanden daher schon seit längerer Zeit den Mangel einer Arbeit, deren Zweck es war, diese Fundamentalgesetze nach einer Reihe directer Versuche, die mit allen den Mitteln der Genauigkeit und Schärfe, welche uns die Physik jetzt darbietet, bestimmt worden waren. Herr Regnault hatte schon seit längerer Zeit den Plan zu einer solchen Arbeit gemacht, und hatte auch nach und nach einige Versuche angestellt; allein dieselben hatten ihm die Ueberzeugung gewährt, daß genaue Versuche nur mittelst bedeutender Apparate zu erlangen seien, deren Kosten die beschränkten Mittel des Laboratoriums eines Bezirks-Ingenieurs weit übersteigen. Hr. Regnault würde daher nicht im Stande gewesen sein, seine Entwürfe auszuführen, wenn nicht der Hr. Minister der öffentlichen Arbeiten, auf den Antrag des Hrn. Unter-Staats-Secretairs Legrand, der Wissenschaft sich dadurch auf das Wesentlichste verbindlich gemacht hätte, die zur Ausführung dieser langwierigen und schwierigen Arbeit erforderlichen Mittel zu gewähren.

Um einen genauen Begriff von den hauptsächlichsten Gesetzen zu erlangen, auf denen die Theorie der Dampfmaschine beruht, ist es erforderlich, mit wenigen Worten die Grundsätze dieser Theorie darzustellen.

Man kann alle bekannten Dampfmaschinensysteme in 4 Classen theilen:

1. Maschinen ohne Expansion und ohne Condensation.
2. Maschinen mit Expansion und ohne Condensation.
3. Maschinen ohne Expansion und mit Condensation.
4. Maschinen mit Expansion und Condensation.

Die drei ersten Classen von Maschinen können in theoretischer Beziehung als besondere Fälle der 4. Classe angesehen werden, welche den zusammengesetzten Fall umfaßt, und den einzigen, mit welchem wir uns hier zu beschäftigen nöthig haben. Wir nehmen eine ideale Maschine an, die durchaus keiner Ursach äußerer Abkühlung, keinem Verluste lebendiger Kraft durch Reibung, durch Verengungen der Oeffnungen u. s. w. unterworfen ist. Wir denken uns einen Kessel, dessen Räumlichkeit, in Beziehung zu der des Dampfcylinders, eine sehr bedeutende ist, so daß der Dampfdruck in dem Kessel während des Betriebes der Maschine absolut constant bleibt, indem die im Ofen entwickelte Wärme die von der Maschine verbrauchte Dampfmenge fortwährend wieder ersetzt.

Es seien:

w, die Kolbenfläche in Quadratmetern ausgedrückt;

x, der Weg, den der Kolben von dem Augenblick, in welchem der Dampf mit derselben Spannung wie im Kessel, in den Cylinder gelangt, bis zu dem Augenblick, den wir untersuchen, zu durchlaufen hat;

P, der constante Druck des Dampfes in dem Kessel, in Kilogrammen ausgedrückt und auf das Quadratmeter Oberfläche zurückgeführt;

T, die Temperatur des Dampfes;

v, die Räumlichkeit in Kubikmetern desjenigen Theils von dem Cylinder, den der Kolben von seinem Ausgangspunkte bis zu der Höhe x durchlaufen hat;

V_1, der ganze räumliche Inhalt des Cylinders.

I. Ein erstes Gesetz, welches wir kennen müssen, ist das Gesetz, welches die Elasticität mit den Temperaturen verbindet.

Wir unterscheiden zwei Zeiträume bei der Dauer eines Kolbenlaufes. Während der ersten Periode steht der Cylinder in freier Verbindung mit dem Kessel; der ganze Dampfdruck auf die Kolbenoberfläche ist Pw.

Wenn der Kolben um eine Größe dx vorrückt, so wird die hervorgebrachte Elementarleistung sein

$$Pwdx = Pdv.$$

Die ganze während der ersten Periode, d. h. vom Beginn der Bewegung des Kolbens bis zu dem Augenblick, in welchem der Dampf einzuströmen aufhört, und der einer Räumlichkeit V entspricht, die der Kolben im Cylinder durchlaufen hat, hervorgebrachte Leistung, wird ausgedrückt durch

$$PV.$$

Während der zweiten Periode, welche die der Expansion ist, strömen keine Dämpfe aus dem Kessel herbei, allein die in dem Cylinder befindlichen fahren auf den Kolben zu drücken fort. In dem Maaß daß dieser steigt, nimmt der Dampf einen immer größern Raum ein, seine Elasticität vermindert sich und die Temperatur sinkt in Folge der, während der Ausdehnung absorbirten latenten Wärme.

Die Erfahrung hat nicht entschieden, durch welche Ge-

setze diese Veränderungen hervorgebracht werden; jedoch kann nur einer von den drei folgenden Fällen vorkommen:

Erster Fall. Die von einer Kilogramme flüssigen Wassers absorbirte Wärmemenge, um das Wasser in Dämpfe zu verwandeln und welche wir, der Vereinfachung wegen, die totale Wärme des Dampfes nennen, ist ganz dieselbe, sei der Druck auch welcher er wolle, vorausgesetzt, daß der Dampf seine höchste Dichtigkeit habe. Ist dieses Gesetz richtig, so wird der Dampf während der ganzen Periode der Expansion im Zustande der Sättigung bleiben, der Druck des Dampfes wird in umgekehrten Verhältniß der Volumina sich verändern, und er wird fortwährend mit den Temperaturen Verhältnisse zeigen, welche die Temperatur des gesättigten Dampfes mit seiner Elasticität verbinden.

Zweiter Fall. Die totale Wärme des Dampfes ist um so bedeutender, je stärker seine Elasticität ist. Da wir annehmen, daß der Dampf keiner äußern Ursach der Erkaltung unterworfen ist, so ist es ganz klar, daß in dem Maaß, in welchem sich der Dampf in einem größern Raume ausdehnt, er eine mehr und mehr geringere totale Wärmemenge erfordern wird, um im dampfförmigen Zustande zu beharren. Es wird daher während der Ausdehnung die Entwickelung von einer gewissen Quantität latenter Wärme statt finden, die das Thermometer nachzuweisen vermag, und sie wird die Temperatur des Dampfes über den Punkt erheben, welcher der Sättigung entspricht. Die Temperatur des Dampfes wird daher minder rasch sinken, als in dem ersten Falle; der Dampf wird während der Expansion eine Ueberhitzung zeigen, und der Dampfdruck auf den Kolben wird sich weniger schnell vermindern, als es nach dem Mariotte'schen Gesetz der Fall ist.

Dritter Fall. Die totale Dampfwärme ist um so kleiner, je bedeutender seine Elasticität ist. Wäre dieses Gesetz das wirkliche, so müßte während der Expansion ein Niederschlag von flüssigem Wasser stattfinden, der Dampf würde stets gesättigt bleiben, allein seine Elasticität wird rascher abnehmen als nach dem Mariotte'schen Gesetz.

Da entscheidende Versuche fehlten, durch welche die Richtigkeit der einen oder der andern Hypothese festgestellt werden konnte, nahmen die Maschinenbauer im Allgemeinen das erstere Gesetz an, welches zu gleicher Zeit das einfachste und genaueste ist. Diese Hypothese stellt die Expansion des Dampfes in gleiche Linie mit der eines permanenten Gases, welches sich in einer beweglichen Umgebung ausdehnen würde, deren Wände dem Gase fortwährend die Wärmemenge ersetzen, die während seiner Expansion als latente Wärme absorbirt worden ist, so daß seine Temperatur unveränderlich bleibt.

Die während der Expansion entwickelte Leistung läßt sich alsdann auf nachstehende Weise berechnen:

Es sei v das Volumen des Dampfes und p sein Druck in einem gegebenen Augenblicke;

dx der von dem Kolben durchlaufene Weg, während das Volumen $v + dv$ wird, und es wird demnach die hervorgebrachte Elementarleistung sein

$$p w d x = p d v.$$

Im Anfang der Expansion ist das Volum V und der Druck P; und da wir das Mariotte'sche Gesetz zwischen dem Dampfvolum und der Elasticität während der Expansion annehmen, so haben wir

$$p = \frac{PV}{v},\ p d v = PV \frac{dv}{v},$$

und die Totalleistung, welche während der Zeit hervorgebracht worden ist, daß das Dampfvolum V nach V_1 übergeht ist

$$S\ \frac{V_1}{V}\ PV \frac{dv}{v} = PV \log \frac{V_1}{V} = PV \log \frac{P}{P_1}$$

Es ist dies der Ausdruck der Leistung, die während der Periode der Expansion hervorgebracht worden ist. Die ganze Leistung, während eines vollständigen Kolbenlaufs ist demnach

$$PV\left(1 + \log \frac{P}{P_1}\right).$$

Bis hierher haben wir uns nur mit demjenigen Druck beschäftigt, welcher auf der einen Kolbenfläche ausgeübt wird; jedoch ist die andere Fläche stets dem Drucke unterworfen, der in dem Condensator existirt. Wir nehmen diesen letztern Druck als constant während des ganzen Kolbenlaufs, und durch f ausgedrückt an. Die Größe des Widerstandes, die er während des Kolbenlaufes hervorgebracht hat, wird sein

$$f V_1 = f \frac{VP}{P_1};$$

so daß die Triebkraft ausgedrückt bleibt durch

$$PV\left(1 + \log \frac{P}{P_1} - \frac{f}{P}\right)$$

Wenn n die Anzahl der Kolbenzüge der Maschine in der Minute ausdrückt, so wird die Leistung in der Zeiteinheit bezeichnet mit

$$nPV\left(1 + \log \frac{P}{P_1} - \frac{f}{P_1}\right).$$

Jedoch hängt die Genauigkeit der Formel von der Richtigkeit der weiter oben angenommenen Hypothese ab, und es ist daher nothwendig, durch directe Versuche zu bestimmen:

II. Die Wärmemengen, welche eine Kilogramme Wasser von 0 Grad bedarf, um es in Dämpfe von verschiedenen Druck zu verwandeln.

Diese Wärmemengen zerfallen in 2 verschiedene Theile: die nöthige Wärme und die Temperatur des flüssigen Wassers von 0° bis zu dem Punkt zu erheben, in welchem ein

Wechsel des Zustandes und der latenten Verdampfungswärme stattfindet. Wenn man diese beiden Theile der totalen Wärme des Dampfes unterscheiden will, so muß man durch Versuche bestimmen:

III. **Die Wärmecapacität des flüssigen Wassers bei verschiedenen Temperaturen.**

Endlich wenn die Totalwärme des Dampfes nicht bei jedem Druck constant ist, so muß man noch zur Berechnung der Expansion kommen:

IV. **Die specifische Wärme der Wasserdämpfe bei verschiedenen Zuständen der Dichtigkeit und bei verschiedenen Temperaturen.**

Man kann die theoretische Leistung einer Dampfmaschine dadurch schätzen, wenn man die Größe der Leistung, welche sie für jede Kilogramme des verbrauchten Dampfes zu geben fähig ist, bezeichnet.

Es sei demnach $\bar{\omega}$ das Gewicht eines Kubikmeters Dampf unter dem Druck P und von der Temperatur T, π das Gewicht des von der Maschine in einer Minute verbrauchten Dampfes. Wir haben $nV = \frac{\pi}{\bar{\omega}}$, und folglich wird die Leistung einer Maschine mittelst einer Kilogramme Dampf ausgedrückt werden durch

$$P \frac{\pi}{\bar{\omega}} \left(1 + \log \frac{P}{P_1} - \frac{f}{P_1}\right).$$

Um aber den Werth von $\bar{\omega}$ unter allen Umständen berechnen zu können, muß man kennen:

V. **Das Gesetz, nach welchem die Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes unter verschiedenem Druck verschieden ist.**

VI. **Den Ausdehnungs-Coefficienten des Wasserdampfes, unter verschiedenen Dichtigkeitszuständen.**

Die Maschinenbauer nehmen meistentheils an, daß das Gewicht $\bar{\omega}$ des Kubikmeters Dampf unter dem Druck P und mit der Temperatur T, berechnet werden kann, wenn man bei dem gesättigten Dampf, das Mariotte'sche und das Gesetz von der gleichförmigen Ausdehnung der Gase anwendet. Nun sind aber diese Gesetze selbst für die permanenten Gase nicht ganz genau, und es ist zu fürchten, daß sie in Beziehung auf gesättigte Wasserdämpfe, gänzlich falsch seien.

Endlich besteht die am allgemeinsten angenommene Methode zur Vergleichung der Dampfmaschinen darin, die Leistungen für jede Kilogramme des verbrannten Brennmaterials anzugeben.

Man muß zu dem Ende das Gewicht K des Dampfes unter dem Druck P welches eine Kilogramme Brennmaterial unter den anzuwendenden Umständen entwickeln kann, kennen, und man hat alsdann für die von einer Kilogramme Brennmaterial hervorgebrachte Leistung oder den Nutzeffect,

$$P K \frac{\pi}{\bar{\omega}} \left(1 + \log \frac{P}{P_1} - \frac{f}{P_1}\right).$$

Die Größe K hängt von mehreren Umständen ab, die wir hier unberücksichtigt lassen müssen, wohin die Beschaffenheit des Brennmaterials, die Einrichtung des Ofens, die des Kessels ꝛc. gehören.

Kurz die theoretische Berechnung der Dampfmaschine erfordert die Kenntniß folgender Gesetze und Data:

I. Das Gesetz, welches die Temperatur und die Elasticität der gesättigten Wasserdämpfe verbindet.

II. Die Wärmemenge, die 1 Kilogramme Wasser von 0° absorbiren muß, um gesättigte Dämpfe unter verschiedenem Druck zu geben.

III. Die Wärmemenge, die 1 Kilogr. Wasser absorbiren muß, um seine Temperatur zu erheben, bei welcher es unter verschiedenem Druck verdampft wird.

IV. Die specifische Wärme des Dampfes bei verschiedener Dichtigkeit und bei verschiedenen Temperaturen.

V. Das Gesetz, nach welchem die Dichtigkeit des gesättigten Dampfes, unter verschiedenem Druck verschieden ist.

VI. Die Ausdehnungs-Coefficienten des Dampfes bei seinen verschiedenen Durchsichtigkeitszuständen.

Ehe jedoch Hr. Regnault in die Untersuchung dieser Gesetze einging, mußte er erst lange Voruntersuchungen vornehmen, um eine große Menge von Hülfsdaten zu bestimmen, welche durch die frühern Arbeiten von andern Physikern fest bestimmt zu sein scheinen und wie die Versuche gezeigt haben, es doch nicht waren. Diese Untersuchungen bezogen sich hauptsächlich auf die Gesetze der Ausdehnung und der Zusammendrückbarkeit der elastischen Flüssigkeiten. Die sieben ersten Abhandlungen in dem Werke sind besonders diesen gewidmet und nur in den drei letzten, der 8ten, 9ten und 10ten greift Hr. Regnault die eigentliche Frage an, deren Lösung der ursprüngliche Zweck seiner großen Arbeit war, und die von den drei ersten der obigen Gesetze umfaßt werden.

Wir wollen auch hier die Voruntersuchungen zuerst betrachten, können jedoch nur die Hauptresultate derselben mittheilen; sie haben natürlich mehr allgemeines physikalisches, als speciell technisches Interesse. Die drei letzten, technisch nöthigen Abhandlungen, wollen wir ebenfalls in gedrängten Auszügen mittheilen.

I. Ueber die Ausdehnung der elastischen Flüssigkeiten.

Diese Abhandlung zerfällt in drei Abtheilungen; die erstere handelt von der Ausdehnung der atmosphärischen Luft unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre. Hr. Regnault erwähnt zuvörderst der früheren Versuche über diesen Gegenstand, die hauptsächlich von den Herrn Gay-

Lussac, Rudberg und **Dalton** angestellt worden sind; dann theilt er 5 Reihen von Versuchen und deren Resultate mit.

In der zweiten Abtheilung beschäftigt er sich mit der Ausdehnung einiger anderer Gase, unter verschiedenem Druck, der wenig von dem atmosphärischen verschieden ist; in der dritten von der Ausdehnung der Gase unter verschiedenem Druck. Diese Abhandlung umfaßt 105 Quartseiten, und ist bereits theilweis in dem Band 55 (S. 391 u. 557) und Band 57, S. 115, also bereits vor 7 Jahren in **Poggendorfs** Annalen der Physik und Chemie mitgetheilt worden.

Die allgemeinen Folgerungen und Resultate, die Hr. **Regnault** aus den verschiedenen Versuchen über die Ausdehnung der elastischen Flüssigkeiten macht, sind die nachstehenden:

1. Der Ausdehnungs-Coefficient der Luft, den die Physiker bis jetzt, nach den Annahmen von **Gay-Lussac** zu 0,375 annahmen, ist für trockene Luft unter gewöhnlichem atmosphärischen Druck, viel zu groß.

Dagegen ist die Zahl 0,3645, das Mittel aus den von **Rudberg** bekannt gemachten Versuchen, viel zu niedrig.

Wenn man den Ausdehnungs-Coefficienten der Luft, mittelst des Calculs aus den Veränderungen der Elasticität ableitet, welches ein und dasselbe Gas-Volum, von 0° bis 100° erleidet, so findet man, daß sein Werth 0,3665 sei.

Wenn man aber diesen Coefficienten von den Volumsveränderungen ableitet, die ein und dieselbe Gasmasse von 0° bis 100° erleidet, während ihre Elasticität constant bleibt, so findet man einen etwas höheren Werth, nämlich 0,3670.

2. Die Ausdehnungs-Coefficienten der verschiedenen Gase sind nicht gleich, wie man es bis jetzt angenommen hatte, sondern sie zeigen wesentliche Verschiedenheiten, wie man aus nachstehenden Zahlen ersehen kann:

	Bei constantem Volum.	Unter constantem Druck.
Wasserstoffgas	0,3667	0,3661
Atmosphärische Luft . .	0,3665	0,3670
Stickstoff	0,3668	—
Kohlenoxydgas	0,3667	0,3669
Kohlensäure	0,3688	0,3710
Stickoxydul	0,3676	0,3719
Schwefligte Säure . . .	0,3845	0,3903
Cyan	0,3829	0,3877

Oft erhält man mit einem und demselben Gase sehr verschiedene Werthe als Ausdehnungscoefficienten, je nachdem man denselben aus der unmittelbaren Beobachtung des Volumwechsels ableitet, den ein und dieselbe Gasmasse, bei Temperaturveränderungen von 0 bis 100° erleidet, während die Elasticität constant bleibt; oder aber, je nachdem man diesen Coefficienten nach den Veränderungen der Elasticität des Gases berechnet, wenn man bei gleichbleibendem Volum, die Temperatur von 0 bis 100° bringt. Man

kann diese Verschiedenheiten aus der mitgetheilten kleinen Tabelle erkennen.

3. Die Luft und alle andern Gase, mit Ausnahme des Wasserstoffs, haben um so bedeutendere Ausdehnungs-Coefficienten, je größer ihre Dichtigkeit ist.

4. Die Ausdehnungs-Coefficienten der verschiedenen Gase nähern sich um so mehr der Gleichheit, je geringer ihr Druck ist. Das Gesetz, daß alle Gase gleichen Ausdehnungs-Coefficienten haben, kann als ein äußerstes angesehen werden, welches sich auf die Gase, in einem Zustande extremer Ausdehnung, anwenden läßt, das sich aber um so mehr von der Wirklichkeit entfernt, als die Gase mehr zusammengepreßt, oder dichter sind.

II. Von der Bestimmung der Dichtigkeit der Gase.

Diese Abhandlung umfaßt im Originalwerke 29 Seiten und ist bereits in **Poggendorf's** Annalen Bd. 65, S. 395 ꝛc., jedoch nicht ganz vollständig mitgetheilt. Die von **Regnault** erlangten Resultate sind kurz folgende:

Er bestimmte das Gewicht eines Liters trockener atmosphärischer Luft bei 0° und unter 760 Millimeter Druck für Paris zu 1,293187 Gramen; **Biot** und **Arago** hatten früher dafür 1,299541 Gramen gefunden. Nach dieser Bestimmung von **Regnault** und den Versuchen desselben über die Dichtigkeit anderer Gase wiegt unter den angeführten Normalumständen 1 Liter

	Gramen		Gramen
Stickgas . .	1,256167	Wasserstoffgas . .	0,089378
Sauerstoffgas	1,429802	Kohlensäuregas .	1,977414

III. Bestimmung des Gewichts von einem Liter Luft und von der Dichtigkeit des Quecksilbers.

Diese Abhandlung umfaßt im französischen Original 12 Quartseiten und wurde auch bereits in **Poggendorf's** Annalen, Bd. 74, S. 203 ff. mitgetheilt. Die Gewichte der Luft und verschiedener Gase haben wir unter II. angegeben, so daß uns hier nur noch übrig bleibt, das specifische Gewicht oder die Dichtigkeit des Quecksilbers anzugeben. Sie beträgt, bei absolut reinem Quecksilber, bei 0°, gegen das specifische Gewicht des Wassers bei 4°, als Einheit 13,596, welche Zahl auch neuerlich von Hrn. **Kopp** (**Poggendorf** Bd. 72 S. 18 ff.) bestätigt wurde.

IV. Von der Temperaturmessung.

Diese sehr wichtige Abhandlung, welche zum Theil bereits in **Poggendorf's** Annalen, Bd. 57, S. 199 ff. mitgetheilt wurde, umfaßt im Original die Seiten 163 bis 269. Unsere Leser werden begreifen, daß die Messung der Temperatur auch eine technische Wichtigkeit hat, weshalb wir uns dabei etwas länger als wie bei den drei vorhergehenden Abhandlungen aufhalten wollen.

Dieser Gegenstand, welcher bereits von den Herrn

Dulong und Petit erschöpft zu sein schien, indem dieselben bereits vor länger als 30 Jahren eine treffliche Arbeit darüber bekannt machten, ist von Hrn. Regnault noch einmal gänzlich überarbeitet worden, dies war deßhalb erforderlich, da er bei seinen eigenen Untersuchungen fand, daß die Resultate über die Ausdehnung und Zusammendrückbarkeit der Gase, von denen der erwähnten französischen Physiker abweichen.

Die Temperaturmessung ist vielleicht die schwierigste Aufgabe, welche die Physik zu lösen hat. Wir haben wirklich kein directes Mittel zur Messung der Wärmemengen, die von irgend einem Körper unter gegebenen Umständen absorbirt worden sind. Es kann dieses Wärmeabsorbiren nur durch die Veränderungen wahrgenommen werden, welche die Beschaffenheit des Körpers oder seine Ausdehnung zeigt. Wenn man nun die Ausdehnungen, welche verschiedene Körper unter gleichen Umständen erleiden, mit einander vergleicht, so überzeugt man sich sehr bald, daß diese Ausdehnungen weit entfernt sind, ein und dasselbe Gesetz zu befolgen. Die von verschiedenen Körpern dadurch aufgenommenen Wärmemengen, daß man sie nach und nach verschiedenen Temperaturen unterwirft, welche durch die Ausdehnungen eines desselben gemessen werden, sind in sich veränderlich und ungleich veränderlich, während es noch nicht gelungen ist, die Verhältnisse zu bestimmen, welche zwischen diesen Veränderungen der Capacität, und denen des Volums existiren.

Es ist daher klar, wie schwierig es sein würde, ein vollkommenes Thermometer zu construiren, d. h. ein Thermometer, dessen Angaben stets im Verhältniß zu den absorbirten Wärmemengen stehen würden, oder bei welchem die Zunahme gleicher Wärmemengen, stets gleiche Ausdehnungen hervorbringen würden. Es nehmen jedoch die Physiker an, daß sie in den Gasthermometer ein Normal-Instrument gefunden hätten. Diese Meinung wurde hauptsächlich darauf begründet, daß wenn Thermometer mit Luft, oder mit verschiednen andern festen oder flüssigen Substanzen dargestellt, und zwischen 0° und 100° eingetheilt würden, man annehmen dürfe, diese Ausdehnung sei auch über 100° hinaus gleichförmig, das Luftthermometer dasjenige sei, welches bei Temperaturen über 100°, stets die niedrigste Temperatur angebe. Während nun alle übrigen Thermometer alle Temperaturen verschieden und höher als das Luftthermometer angeben, würde letzteres stets gleiche Angaben machen, sei die Beschaffenheit der Gase welche sie

wolle, sei es z. B. atmosphärische Luft oder Wasserstoffgas. Dieses Beobachtungsresultat schien außerdem durch die Meinung bestätigt zu werden, daß die Gase einfachen und allgemeinen Gesetzen unterworfen sind.

Durch die Untersuchungen des Hrn. Regnault ist aber bewiesen worden, daß die Gesetze, welche die Zusammensetzungen der Gase reguliren, durchaus nicht so einfach seien als angenommen worden, und daß man daher das Luftthermometer durchaus nicht als normal ansehen dürfe. Man kann daher die Angaben des Luftthermometer gleich denen aller übrigen, nur als mehr oder weniger verwickelte Functionen der Wärmemengen ansehen.

Da man nun nicht im Stande ist, die Wärmemengen genau zu messen, so muß das Thermometer wenigstens immer genau mit sich selbst vergleichbar sein, d. h. es muß bei gleichen Umständen stets gleiche Angaben machen, und ferner ist es auch nothwendig, daß man stets Instrumente anfertigen kann, die sich genau miteinander vergleichen lassen. Nun erfüllt das Quecksilberthermometer die erste Bedingung gut, die zweite aber nur sehr unvollkommen. Es können daher 2 Quecksilberthermometer, die auf dieselben festen Punkte, schmelzendes Eis und siedendes Wasser unter den Druck von 0,760 Met. zurückgeführt worden sind, über diese festen Punkte hinaus, sehr bedeutende Differenzen zeigen, wenn die Röhren derselben nicht aus Glase von ganz gleicher Beschaffenheit angefertigt worden sind. Wirklich hängen bei jedem Thermometer, welches aus flüssigen oder gasförmigen Substanzen besteht, die Angaben nicht allein von der Ausdehnung der Füllung, sondern auch von der der Röhre ab. Da die Ausdehnung des Quecksilbers nur die 7fache von der des Gases ist, so haben die Veränderungen, welche von der verschiedenartigen Ausdehnung verschiedener Glasarten veranlaßt werden, einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Angaben des Instrumentes, indem die Ausdehnung des Glases einen merklichen Bruchtheil von der Ausdehnung des Quecksilbers bildet.

Bei Luftthermometern dagegen beträgt die Ausdehnung der Luft das 160fache von der des Glases, und es können daher die verschiedenartigen Ausdehnungen der verschiedenen Glasarten nicht wesentlich auf die Apparate einwirken und daher die Vergleichung der Instrumente nicht verhindern. Zu gleicher Zeit ist es von Wichtigkeit, die Bedingungen zu bestimmen, unter denen dies Instrument vergleichbar bleibt.

(Schluß folgt im nächsten Heft.)

Beschreibung einiger vervollkommneten Vermessungsinstrumente

vom

Prof. **Julius Weisbach** in Freiberg.

(Fortsetzung zu dem ersten Artikel, s. S. 2 ꝛc. in diesem Bande.)

Das Nivelliren an steilen Gehängen und in Schächten.

Wenn es darauf ankommt, auf einem ganz steilen oder auf einem fast aller Aussicht beraubten Terrain, z. B. in Schächten, Gebäuden u. s. w. zu nivelliren, so ist die Anwendung eines gewöhnlichen Luftblasenniveaus mit Fernrohr entweder gar nicht möglich oder wenigstens höchst umständlich. Um in diesen Fällen nicht zu der unvollkommenen Methode mittels Schnur und Gradbogen seine Zuflucht nehmen zu müssen, empfiehlt der Verfasser dieses Aufsatzes zwei andere, von ihm erprobte Methoden, nämlich die mittels eines Setzniveaus und die mittels einer besonders zu diesem Zwecke eingerichteten Kippregel, die am schicklichsten mit dem Namen eines Kippniveaus zu belegen sein möchte. Beide Instrumente, welche der Verfasser angewendet hat, sind mit guten Röhrenlibellen versehen, und geben die Winkel bis auf eine Minute genau an. Da sich mittels der Schnur und des Gradbogens die Winkel nur bis auf sechs Minuten genau bestimmen lassen, so ist schon aus diesem Grunde von einem Nivellement mittels eines der genannten Luftblasenniveaus eine größere Schärfe zu erwarten als von einer Angabe mittels Schnur und Gradbogen. Ueberdies haben die Luftblasenniveaus vor dem Gradbogen und den Niveaus mit Lothen überhaupt, den großen Vorzug, daß sie sich auch bei Wind oder starkem Luftzuge, so wie auch bei ganz stark geneigten Linien anwenden lassen, wo die Angaben mittels des Gradbogens ganz unsicher ausfallen.

I. Das Setzniveau. Fig. 1. Taf. 28.

Das Setzniveau (Fig. 1.) besteht aus einem Lineale AB, einem eingetheilten Quadranten DE, aus einer um den Mittelpunkt C des letzteren drehbaren Alhidade CF mit Vernier, Preß- und Stellschraube, und aus einer Röhrenlibelle GH, welche auf der Alhidade festsitzt, und daher mit ihr zugleich um C gedreht werden kann. Man stellt dieses Instrument auf eine Setzlatte, und bestimmt die Neigung der letzteren dadurch, daß man die Alhidade so weit herauf- oder herabführt, bis die Luftblase in der Libelle einspielt. Der Vernier gibt dann den gesuchten Fallwinkel der Latte unmittelbar an.

Die Brauchbarkeit dieses Instrumentes bedingt nicht nur eine Fehlerlosigkeit in der Eintheilung und Centricität derselben, sondern fordert auch, daß dieses Instrument keinen Collimationsfehler besitze, d. i. richtig Null anzeige, wenn es auf einer horizontalen Linie oder Ebene steht. Wenigstens ist es nöthig, daß man diesen Fehler, wenn er vorhanden ist, genau kenne, um die Beobachtungsresultate von ihm befreien zu können. Hat man kein anderes Niveau, um sich eine horizontale Linie mit demselben verschaffen zu können, so prüft man das Setzniveau, wie jede andere Setzwaage; man stellt die Alhidade auf Null, und hebt oder neigt die Latte, worauf das Instrument steht, durch untergeschobene Keile u. s. w. so weit, bis die Libelle einspielt. Nach diesen hebt man das Niveau ab und stellt es umgewendet auf dieselbe Stelle der Latte, und sieht nun zu, ob die Luftblase wieder einspielt. Thut sie dies nicht, so dreht man die Alhidade bis zum Einspielen der Blase. Der Winkel, welchen nun der Vernier anzeigt, ist das Doppelte des Collimationsfehlers; wenn man daher denselben halbirt, so erhält man nicht nur den Collimationsfehler, sondern auch die Neigung der Linie, auf welcher das Niveau steht.

Die Richtigkeit des Nivellirens mit diesem Niveau hängt vorzüglich auch noch von der Setzlatte ab. Damit sich die Setzlatten möglichst wenig werfen und biegen, werden sie aus zwei einfachen, im Querschnitt ein umgekehrtes T bildenden Latten K und L von 1 Zoll Dicke und 3 Zoll Breite zusammengesetzt. Auch legt man aus diesem Grunde, wenn diese Latten nicht gebraucht werden, je zwei derselben mit ihren schmalen Grundflächen übereinander, bindet sie so fest zusammen und bewahrt sie hängend oder horizontal liegend, an einem trockenen und schattigen Orte auf. Ueberdieß ist es aber noch zweckmäßig, das Niveau nicht unmittelbar auf die obere Grundfläche der Latte aufzustellen, sondern sich hierzu einer Kopfschiene MN zu bedienen, welche im Mittel der Latte aufgeschraubt wird. Wenn sich dann auch die Latte ein wenig gebogen, geworfen oder abgestoßen hat, so wird dadurch die Brauchbarkeit derselben noch nicht benachtheiligt. Nur ist darauf zu sehen, daß die Oberfläche der Kopfschiene genau mit der Linie parallel laufe, welche sich durch die äußersten Endpunkte der Latte legen läßt, und deshalb nöthig, von Zeit zu Zeit eine Prüfung und eine neue Einstellung der Schiene MN vorzunehmen. Dieses bewerkstelligt sich aber auf folgende Weise. Man stellt die Alhidade auf Null ein, setzt das Niveau auf MN und hebt oder neigt die Latte so weit, bis die Luftblase einspielt, nach diesem hebt man die Latte ab, und legt sie umgewendet wieder auf, so daß ihre Endpunkte auf die entgegengesetzten Stütz-

punkte zu ruhen kommen; setzt man nun das Niveau wieder auf, so läßt sich aus dem Einspielen der Luftblase erkennen, ob die Kopfschiene mit der Geraden durch die Stützpunkte der Latte parallel läuft. Findet ein Einspielen nicht statt, so muß die eine Hälfte der Abweichung durch Erhöhung oder Erniedrigung des einen Stützpunktes der Latte, und die andere durch Heben oder Senken der Kopfschiene MN beseitigt werden. Um das Letztere scharf und ohne Umstände vollziehen zu können, verbindet man die Kopfschienen mit den Latten durch Schraube-Bolzen und versieht die erstern mit Löcher, welche etwas in die Quere gezogen sind und daher noch eine kleine Verrückung der Schiene zulassen.

Zu einer genauen Arbeit mit diesem Instrumente gehört auch noch, daß sich die Enden der Nivellirlatten genau aneinander anstoßen lassen. Zu diesem Zwecke habe ich die Lattenenden mit zugeschärften Schuhen aus Eisen ausgerüstet. Die Art und Weise, wie sich dieses Aneinanderstoßen bewerkstelligen läßt, führt Fig. 2. Taf. 28. vor Augen. Hier ist AB die eine und CD die folgende Stange, sowie E und F das in der Mitte dieser Stangen aufgesetzte Niveau. Um die Latten während des Messens festzuhalten, werden gewöhnliche Holz- oder Markscheideschrauben angewendet, die durch besonders ausgebohrte Löcher in den eisernen Schuhen der Latten hindurchgehen und sich in die hölzerne Unterstützung der Latten einbohren lassen. Bei Nivellements in Schächten dienen die Fahrtschenkel, Fahrtsfröschen u. s. w. zur Unterstützung der Nivellirlatten, bei Nivellements auf dem freien Felde u. s. w. muß man hingegen besonders Böcke (Markscheideböcke) anwenden. Es sind mindestens drei solcher Böcke nothwendig, damit immer eine Latte festliegen bleiben kann, während man die andere anschiebt. Das Nivelliren mit diesem Niveau geht besonders auch deshalb bequem, sicher und rasch vor sich, weil man hierbei nicht durch äußere Einflüsse im Einstellen der Libelle gestört wird und beim Ablesen der Winkel das Instrument von der Latte abnehmen und dem Auge nach Bedürfniß nähern kann. Wenn auch die Latte kürzer ist als die Länge einer gewöhnlichen Markscheideschnur, also die Zahl der Beobachtungen bei Anwendung des Setzniveaus größer ist als die beim Nivelliren mittels Schnur und Gradbogen, so wird dafür auch bei jeder Beobachtung selbst, und zumal auch dadurch, daß die Längenmessung mittels Kette ganz angefüllt, mindestens so viel Zeit erspart, daß die ganze Arbeitszeit beim Nivelliren mittels Setzniveau nicht größer ausfüllt als bei dem mittels Schnur und Gradbogen. Die angemessenste Länge einer Setzlatte möchte 2 Lachter oder 4 Meter sein. Aus der Länge $AB = CD = l$ einer Latte und aus den von dem Setzniveau angegebenen Neigungswinkeln $BAG = \alpha$ und $DCH = \alpha_1$ (Fig. 2.) erhält man die entsprechenden Saigerteufen oder Niveauabstände $BG = l \sin \alpha$ und $DH = l \sin \alpha_1$, also im Ganzen, für zwei Latten:

$$DK = HK + DH = l\,(\sin \alpha + \sin \alpha_1).$$

Es ist übrigens zweckmäßig, neben zwei längeren Nivellirlatten noch einige kleinere zu verwenden, um damit leichter über Hindernisse wegkommen und bequem an feste Punkte anschließen zu können.

Ein beachtungswerther Gegenstand bei Anwendung des Setzniveaus ist noch der, daß die Ebene desselben während der Beachtung in eine vertikale Lage gebracht werde. Da diese Lage nur von den Grundflächen der Setzlatte abhängt und die letztere nur nach dem Augenmaße aufgelegt wird, so ist es leicht möglich, daß die Ebene des Instrumentes um einen Winkel von 2 Graden von der vertikalen Lage abweiche. Man kann nachweisen, daß diese Abweichung im ungünstigsten Falle, nämlich bei einer Neigung von 45 Grad einen Fehler von 1 Minute im Halbwinkel verursacht, und hiernach ermessen, daß bei einiger Sorgfalt im Auflegen der Nivellirlatten eine größere Unrichtigkeit als eine Minute bei Anwendung des Setzniveaus nicht leicht möglich ist. Bezeichnet α den Fallwinkel und δ die Abweichung der Ebene des Niveaus von der Vertikalebene, so hat man den entsprechenden Fehler, um welchen man α zu groß erhält, $\varphi = \frac{\delta^2}{4} \sin 2\alpha$, in Minuten,

$$\varphi' = \frac{\delta^2}{4 \,.\, 3437{,}75} \sin 2\alpha = \frac{\delta^2 \sin 2\alpha}{13751}.$$

Z. B. für einen Fallwinkel α von 60^0, und einer Neigung δ von $1^1/_2{}^0 = 90'$,

$$\varphi' = \frac{90^2 \sin 120^0}{13751} = {}^1/_2 \text{ Minute}.$$

Diese Fehlerquelle kommt übrigens dem Setzniveau nicht allein zu, sondern findet sich auch beim Messen mittels Schnur und Gradbogen vor; sie ist hier sogar bei stark ansteigenden Schnüren noch viel ansehnlicher, da das Bestreben des Gradbogens, sich durch sein Gewicht von selbst vertikal zu hängen, sehr klein ist, und daher der Einfluß der Reibung des Gradbogens auf der Schnur und auf der Zwinge, durch welche das Herabgleiten des Gradbogens verhindert wird, sehr bedeutend ausfällt.

II. Das Kippniveau. Fig. 3. Taf. 28.

Das Kippniveau (Fig. 3.) besteht aus einem Fernrohre AB und einem eingetheilten Vertikalkreise DE, beide um eine horizontale Axe C drehbar, die in einer Pfanne F am Kopfe einer Säule FG ruht. Die Säule ist mit einer Fußplatte HK in Form eines Winkelhaakens versehen, womit das Instrument auf das horizontal gestellte Blatt eines Meßtisches zu stehen kommt; letztere ist auf der Seite des Fernrohres so begrenzt, daß es diesem kein Hinderniß bei seiner Drehung, selbst wenn es vertikal zu stehen kommt, in den Weg legt. Das Fernrohr ist mit

2 Paar Bänkchen L, M und N, O zur Aufnahme einer Röhrenlibelle versehen und der eingetheilte Kreis mit 2 Vernieren P und Q zum Ablesen der Winkel ausgerüstet; mit der Drehungsaxe des Fernrohrs und Kreises ist ein Arm R S verbunden, durch welchen sich mittels einer Stellschraube S die Feinstellung des Fernrohres bewirken läßt, nachdem man die Preßschraube R angezogen hat.

Die Art und Weise, wie man mit diesem Instrumente die Neigungswinkel angibt, ist folgende. Nachdem man in dem einen Endpunkte der Linie, dessen Fallwinkel gesucht wird, einen Meßtisch horizontal aufgestellt hat, setzt man das Instrument auf denselben und richtet es bei gehörig geneigtem Fernrohre so, daß man mit dem Fadenkreuze desselben den zweiten Endpunkt der gedachten Linie deckt. Beim Nivelliren in Schächten wendet man zum Bezeichnen der Punkte am besten die Flamme einer brennenden Lampe an. Nachdem man den zweiten Endpunkt oder nach Befinden, die Lichtflamme einvisirt hat, liest man die Winkel an den beiden Vernieren ab, und nimmt, um den Fehler der Excentricität aufzuheben, aus beiden das arithmetische Mittel. Nach diesem setzt man die Röhrenlibelle auf das Fernrohr, bringt dieselbe durch Drehung des Fernrohrs zum Einspielen, und sieht nach, ob die Verniere auf Null stehen. Ist dieses nicht der Fall, so nimmt man auch aus diesen Angaben beider Verniere das arithmetische Mittel; endlich ergibt sich der richtige Neigungswinkel der Visirlinie oder optischen Axe des Fernrohres, wenn man den letzten Mittelwerth vom ersteren abzieht. Um eine möglichst große Schärfe in dem Neigungswinkel zu erhalten, hebt man noch das Instrument ab, setzt es wieder verwendet auf, und visirt, nach gehörigem Umschlagen und Kippen des Fernrohres von Neuem nach dem Signale oder der Lichtflamme. Auf diese Weise findet man einen zweiten Mittelwerth für den gesuchten Fall- oder Steigwinkel, und es läßt sich durch nochmalige Anwendung des arithmetischen Mittels dieser Winkel sehr genau finden.

Die Richtigkeit der Angaben dieses Instrumentes hängt besonders davon ab, ob die Visirlinie oder optische Axe des Fernrohres auch wirklich horizontal ist, wenn die aufsitzende Libelle einspielt. Man prüft das Instrument in dieser Hinsicht am sichersten, wenn man das Fernrohr nach einem Punkte richtet, der sich mit der Axe desselben in einem und demselben Horizonte befindet, und welcher durch ein gewöhnliches Luftblasenniveau bestimmt werden kann. Spielt hierbei die Luftblase der aufgesetzten Röhrenlibelle ein, so ist nichts zu wünschen übrig; muß man aber das Fernrohr noch um einen gewissen Winkel drehen, um die Luftblase zum Einspielen zu bringen, so hat man es mit einem Fehler zu thun, den man durch Stellung an der Libelle oder am Fadenkreuze leicht beseitigen kann. Steht das Instrument zugleich auf einer horizontalen Ebene, so

muß hierbei der Index auf Null zeigen, außerdem hat das Instrument auch noch einen Indexfehler. Wenn man sich auf die Richtigkeit der horizontalen Ebene verlassen kann, so verschafft man sich eine horizontale Visirlinie auch auf folgende Weise. Man stelle erst das Fernrohr nach dem Augenmaaße möglichst horizontal und bemerke sich das Object, welches hierbei vom Fadenkreuze gedeckt wird; nach diesem kippe man das Fernrohr nach Angabe des Höhenkreises genau um 180 Grad, hebe das Instrument von dem horizontalen Tische ab, und stelle es umgewendet wieder auf denselben. Wenn man sich den Punkt bemerkt, wohin jetzt das Fernrohr gerichtet ist, so hat man nur noch das Fernrohr so zu kippen, daß es nach der Mitte der Höhe zwischen diesem und jenem Visirpunkte gerichtet ist, um eine horizontale Visirlinie zu erhalten. Bei dieser Richtung des Fernrohres muß natürlich der Vernier auf Null stehen und die aufgesetzte Röhrenlibelle einspielen, wenn das Instrument weder einen Index- noch einen Visirfehler hat.

Nachdem man mittels dieses Kippniveaus den Neigungswinkel einer Linie, z. B. den Fallwinkel eines Schachtes gemessen hat, kommt es nun noch darauf an, Fixpunkte in dieser Linie anzugeben, um sie mit Hilfe derselben bequem und sicher ausmessen zu können. Die Einrichtung dieser Fixpunkte kann man am besten mittels des Kippniveaus selbst bewirken, indem man in Abständen von circa 10 zu 10 Metern Latten oder Spreizen einsetzt, welche das anvisirte Object oder Grubenlicht scheinbar mit einer Seite berühren oder abschneiden. Wenn man sich nun zur Ausmessung einer Meßkette, oder eines Meßbandes bedient, so darf man nur Holzschrauben in diesen Latten oder Streben einbohren und die Endringe der Meßkette u. s. w. in diese einhängen. Aus der gefundenen Länge l der Linie und ihrem durch das Kippniveau angegebenen Fallwinkel, berechnet sich wie bekannt, die Saigerteufe oder Vertikalprojection t derselben durch die Formel $t = l \sin \alpha$.

Für einen Schacht von 61°,15′ Fallen fand der Verfasser mittels des Kippniveaus die Saigerteufe

$t = 26{,}547$ Lachter (à 2 Meter), und mittels des Setzniveaus

$t = 26{,}525$ Lachter, dagegen mittels Schnur und Gradbogen

$t = 26{,}385$ Lachter.

Es weicht also die Angabe mittels Schnur und Gradbogen um $26{,}536 - 26{,}385 = 0{,}151$ Lachter, d. i. um 0,57 Procent von dem Mittelwerthe 26,536 Lachter der ersten beiden Messungen ab.

Was endlich noch die Ausmessung der Längen oder sogenannten flachen Teufen anlangt, so ist jedenfalls die Messung durch Stäbe die sicherste und die mittels der

gewöhnlichen Markscheidekette aus Messingdraht die ungenaueste. Ein Meßband mit der Länge nach durchgehenden Drähten möchte der Meßkette ebenfalls vorzuziehen sein, und sogar eine aus schwachem Rohre zusammengesetzte Meßruthe hat sich, wie aus Folgendem hervorgeht, noch mehr bewährt als eine Markscheidekette.

Eine vertikal hängende Meßruthe von 5 Lachter = 10 Meter Länge wurde anfänglich durch ein Gewicht von 1 Kilogramm gespannt und dehnete sich nachher aus

durch ein Gewicht von	1 Kilogramm, um	7 Millimeter,
" " " "	2 "	" 11 "
" " " "	4 "	" 15 "
" " " "	6 "	" 21 "
" " " "	7 "	" 24 "

und es blieb bei den beiden letzten Spannungen nach Wegnahme des Gewichtes noch eine Dehnung von 2 Millimetern zurück.

Die messingene Meßkette mit Gliedern von 0,1 Lachter Länge dehnte sich hingegen, nachdem sie zuerst mit einem Gewichte von 1 Kilogramm gespannt worden war,

durch eine Gewichtszulage von	1 Kilogr. um	15 Millim.
" " "	2 "	" 25 "
" " "	4 "	" 39 "
" " "	6 "	" 47 "
" " "	7 "	" 52 "

aus, und ließ nach Wegnahme der beiden letzten Gewichte die Ausdehnungen von 6 und 10 Millimeter zurück. Hiernach wäre also von der Meßruthe aus Rohr eine größere Genauigkeit zu erwarten als von der Meßkette aus dünnem Messingdraht, wenn sie nicht durch Einsaugen von Feuchtigkeit in ihrer Länge verändert würde. Leider ist aber dies in einem nicht unbedeutenden Grade der Fall. Sie wurde nach 12stündigem Liegen im Keller um 10 Millimeter länger, und nach 12stündigem Liegen im Wasser gar 36 Millimeter, dagegen nach 12stündigem Liegen an der Sonne um 20 Millimeter kürzer.

Bestimmung

der hauptsächlichsten Gesetze und Zahlenverhältnisse,

welche bei der Berechnung der Dampfmaschinen in Berücksichtigung kommen;

von

Hrn. **V. Regnault.**

(Fortsetzung von S. 448.)

Man braucht daher bei der Frage über die Temperaturmessung nicht länger nach einem Instrument zu suchen, welches die Wärmemengen mißt, oder dessen Angaben proportional der Temperatur sind. Die Ansprüche der Physiker sind weit bescheidener; sie nehmen nur die Möglichkeit in Anspruch, Instrumente anzufertigen, die unter gleichen Temperaturverhältnissen, stets gleiche Angaben machen, d. h. die unter einander, und mit sich selbst vergleichbar sind. Das Studium dieses Wunsches ist Gegenstand der IV. Abhandlung des Hrn. Regnault, die von der Messung der Temperatur handelt. Zuvörderst beschäftigt er sich mit dem Luft- und dann mit dem Quecksilberthermometer. Endlich widmet er einen bedeutenden Theil seiner Abhandlung der Temperaturmessung mittelst thermoelectrischer Ströme. Man ersieht aus dem Gesagten, daß diese 4. Abhandlung des Regnault'schen Werkes von größter Wichtigkeit ist, auch kennen wir sie in Deutschland, so vollständig, wie sie das Werk giebt, noch nicht; hier müssen wir uns auf sehr gedrängte Angaben beschränken.

Luftthermometer.

Es giebt 2 Wege, Gase als thermometrische Substanz zu benutzen. Entweder erfolgt dies unter solchen Verhältnissen, daß der Druck, denen sie unterworfen sind, constant bleibt, und es wird ihre Volumzunahme beobachtet, oder es behält das Gas gleiches Volum bei, während wir die Zunahme der Elasticität beobachten.

Die erstere Methode erfordert die Anwendung einer Capillar-Röhre, welche eine calibrirte Röhre mit dem mit Luft angefüllten Behälter, welcher der zu messenden Temperatur ausgesetzt wird, ist. Diese Einrichtung gestattet, daß die calibrirte Röhre eine gewisse Entfernung von dem umschlossenen Raume habe, dessen Temperatur wir kennen zu lernen wünschen; ja es ist dies sogar unerläßlich. Sollen aber mit dem Apparate hohe Temperaturen gemessen werden, so hat er viel Unbequemes, denn es ist alsdann der größere Theil der Luft in der calibrirten Röhre enthalten, und nur ein kleiner Theil bleibt in dem eigentlichen Behälter. Es folgt daraus, daß derjenige Theil des Gases, welcher durch eine neue Temperaturerhöhung ausströmen will, nur sehr gering sein kann, und es schwer halten wird, ihn mit hinreichender Genauigkeit in der calibrirten Röhre zu messen. Dadurch wird der Apparat zur Messung hoher Temperaturen unzweckmäßig, und Hr. Regnault verwirft daher diese Einrichtung der Luftthermometer.

Bei der 2ten Einrichtung behält das Gas stets dasselbe Volum, und die bestimmten Punkte sind die Elasticitäten, die es unter verschiedenen Umständen zeigt. Kennt man daher die durch die Elasticität veranlaßten Veränderungen, so kann man durch das Mariotte'sche Gesetz die Ausdehnung berechnen, welche die Gase bei gleichbleibendem Druck erlangt haben. Der auf diese Methode begründete Apparat, läßt sich leichter herstellen, ist weit genauer und seine Angaben sind gleich gut bei niedrigen und bei hohen Temperaturen. Bei der Anwendung dieser Methode, zeigen sich aber 2 wichtige Fragen von selbst zur Lösung. Die erste ist die, ob Luftthermometer, mit Luft von verschiedener Dichtigkeit angefüllt, unter einander vergleichbar seien. Die zweite, ob Gasthermometer, mit Gasen von verschiedener Beschaffenheit angefüllt, mit einander übereinstimmen, wenn ihre festen Punkte von 0° und 100° regulirt worden sind.

Der Apparat, den Hr. **Regnault** zur Lösung dieser beiden Fragen benuzte, besteht aus 2 Gasthermometern, von denen jedes einen Glasballon von 700 bis 800 Kubikcentimeter Inhalt enthält, und die sich in eine gekrümmte Capillar-Röhre endigen, und Ende mit Ende in eine andere Capillar-Röhre auslaufen, die mit dem manometrischen Apparate in Verbindung steht. Die Verbindung der Capillarröhren wird durch messingene Röhrenstücke bewirkt, in deren länglich-viereckigen Anfange eine Capillarröhre eingekittet ist, welche den Zweck hat, den Apparat mit einer Luftpumpe in Verbindung zu setzen, wodurch er nicht allein getrocknet werden kann, sondern die verschiedenen Gase sich auch einführen lassen. Die Ballons sind in einem mit Oel gefüllten Erwärmungsapparat untergetaucht, damit das ganze Bad eine gleiche Temperatur beibehält. Ueber die Einzelnheiten der Versuche, und die Vorsichtsmaaßregeln, welche angewendet werden, um das Innere des Apparats trocken und die Temperatur recht gleichmäßig zu erhalten, gehen wir hier eben so gut weg, wie über das Verfahren zur genügenden Bestimmung des Quecksilberstandes in den Manometern. Die Versuche wurden auf dieselbe Weise geführt, man mochte nur einen Luftthermometer mit einem Thermometer vergleichen wollen, welches mit einem Gase angefüllt war, oder man mochte ein Luftthermometer mit einer anfänglichen Elasticität von ungefähr 760 Millimeter bei 0° mit einem Thermometer, dessen Füllung eine größere oder geringere Dichtigkeit hatte, anfüllen wollen.

Die Tabellen enthalten die Resultate der Versuche, welche wegen der Vergleichung von Luftthermometern, gefüllt mit Luft, unter anfänglichen Druck von 762, 553 und 438 Millimetern, angestellt worden sind. In einer folgenden Versuchsreihe wurde die anfängliche Elasticität

der Luft bis zu 1486 Millimeter geführt. Die Versuche wurden von 0° bis zu 325° der Scala angestellt, die mit der Graduirung des Instrumentes, zwischen 0° und 100° gemacht worden waren.

Alle diese Thermometer stimmten vollständig überein, selbst wenn die in ihnen enthaltene Luft unter einem sehr verschiedenen Druck stand, so daß man mit aller Sicherheit annehmen darf, daß das Luftthermometer ein vollkommen vergleichbares Instrument sei, selbst wenn es Luft von verschiedener Dichtigkeit enthält.

Zwei Thermometer, das eine mit Luft, und das andere mit Wasserstoff mit einer anfänglichen Elasticität von 751 Millimet. bei 0° gefüllt, zeigen von 0° bis zu 325°, vollkommene Uebereinstimmung. Dasselbe war mit 2 Thermometern der Fall, die mit kohlensaurem Gase gefüllt worden waren und in 2 Versuchreihen mit dem Luftthermometer genau übereinstimmten. Das Letztere war in beiden Fällen mit einer anfänglichen Elasticität von 742 Millimeter gefüllt, während die Thermometer mit kohlensaurem Gase eine anfängliche Elasticität in dem einen Fall von 741 und in dem andern 464 Millim. hatten. Es muß bemerkt werden, daß die Temperaturen bei den verschiedenen Versuchen so berechnet wurden, daß man den Ausdehnungscoefficienten der Luft = 0,003665, den des Wasserstoffs = 0,003652 und den der Kohlensäure unter dem Druck von 741 Millim. = 0,003695 und bei einem Druck von 464 Millim. = 0,003682 angenommen.

Zwei Versuchreihen, bei welchen ein Normal-Luftthermometer mit schwefligtsaurem Gase angefüllten Thermometer, mit dem anfänglichen Druck von 762 Millim. für die Luft, und nach einander von 751,47 Millim. und 588,70 Millim. für die schwefligte Säure angestellt wurde, zeigten einen sehr wesentlichen Unterschied zwischen beiden Instrumenten. Das Thermometer mit schwefligter Säure blieb von 100° ab, hinter dem Luftthermometer zurück, und die Differenzen nahmen regelmäßig mit der Temperatur zu. In der ersten Reihe wurde 0,003825, und in der zweiten 0,003794 als Ausdehnungscoefficient, für das schwefligtsaure Gas angenommen. Es nimmt demnach der mittlere Ausdehnungscoefficient des schwefligtsaurem Gases auf eine sehr deutliche Weise mit der mittelst Luftthermometers gemessenen Temperatur ab. Wirklich fand man den Werth des mittlern Coefficienten für jeden 100theiligen Grad:

von 0° bis 98,12° 0,0038251
„ 0° „ 257,17° 0,0037923
„ 0° „ 310,31° 0,0037893.

Das Quecksilber-Thermometer.

Das Luftthermometer ist das einzige Instrument, welches besonders bei hohen Temperaturen, zu genauen Er-

perimenten benutzt werden kann, allein seine Benutzung ist schwieriger, ja es kommen Umstände vor, bei denen sein Gebrauch unmöglich ist. Dann muß man ein Quecksilberthermometer anwenden und es muß eine directe Vergleichung dieses Instrumentes mit dem Luftthermometer gemacht werden, um seine Angaben auf die des Normalthermometers zu übertragen. Schon **Dulong** und **Petit** haben diese Vergleichung gemacht und eine Tabelle berechnet, welche die nothwendige Reduction gestattete, es ist aber diese Tabelle nicht genau, bei dem eigenthümlichen Quecksilberthermometer, was sie benutzten, weil ihre Versuche mit einem viel zu hohen Ausdehnungs-Coefficienten berechnet worden waren — dem Coefficienten 0,375 von **Gay-Lussac**.

Nachdem Hr. **Regnault** eine große Anzahl Versuche über diesen Gegenstand gemacht hatte, gelangte er zu der Ueberzeugung, daß die verschiedenen Quecksilberthermometer nicht mit einander vergleichbar, entweder, weil sie nicht aus derselben Glasart, oder auf eine verschiedenartige Weise geblasen seien. Zu gleicher Zeit suchte er es zu bestimmen, ob Quecksilberthermometer, die aus einer und derselben Glasart bestehen, aber auf verschiedene Weise geblasen waren, hinlänglich mit einander übereinstimmten, um eine Vergleichung zuzulassen. Ließ sich dies durchführen, so war es hinreichend, ein für allemal eines von diesen Thermometern mit dem Luftthermometer zu vergleichen, und dieselbe Correctionstabelle bei allen ähnlichen Instrumenten anzuwenden. Um diesen Gegenstand zu bestimmen, führte **Regnault** eine lange Reihe von Versuchen zu dem Zweck aus, mit dem Luftthermometer nicht allein Quecksilberthermometer zu vergleichen, die aus einer und derselben Glasart auf verschiedene Weise angefertigt worden waren, sondern auch solche, die aus den verschiedenen Glasarten bestanden, die man in Frankreich im Handel trifft, und die zu physikalischen Instrumenten benutzt werden. Die zu diesen Experimenten benutzten Thermometer waren überfließende (*thermomètres à déversement*). Sie lassen sich leichter anfertigen als die Thermometer mit graduirter Röhre und gewähren den Vortheil, daß man stets sehr leicht die ganze Quecksilbersäule in das Bad bringen kann. Bei der Anfertigung dieser Thermometer läßt man das Quecksilber sehr sorgfältig und mehrmals in derselben sieden, läßt es darauf erkalten und die gekrümmte Spitze der Capillarröhre, steckt in einem vorher erwärmten Quecksilberbade. Man umgibt das Reservoir und die Capillarröhre mit schmelzendem Eis, während die offene Spitze in dem Quecksilberbade eingetaucht. Wenn das Thermometer genau die Temperatur von 0° angenommen hat, welches man leicht erkennen kann, indem, nachdem man die Kapsel weggenommen hat, die Quecksilbersäule am Ende der Capillarröhre stationär bleiben muß, nimmt man das Eis weg. Das Quecksilber, welches in Folge der Temperatur-

erhöhung entweicht, wird in einem leeren Schälchen aufgefangen und mit großer Sorgfalt gewogen. Um das Gleichgewicht des Quecksilbers zu erhalten, welches das Thermometer bei 0° füllte, wird das Gewicht des Quecksilbers, welches durch die Erhöhung der Temperatur über 0° entwichen ist, zu dem Gewicht des Thermometers selbst addirt, nachdem man von dem ganzen das Gewicht des Quecksilbers bei 0° kennt, und mit Sorgfalt die Menge wiegt, welche in dem Maaß der Temperaturerhöhung entweicht, so ist es leicht, daraus die Temperatur selbst zu folgern, und sie mit der zu vergleichen, die durch ein Thermometer angegeben wird, welches aus demselben Glas aber mit einer Scala angefertigt worden ist. Hr. **Regnault** untersuchte nach und nach mit großer Sorgfalt die Angaben des Thermometers mit Scala, und die des überfließenden; er zeigte, daß bei Berücksichtigung aller Umstände der Ausdehnung der Kugel, der der Röhre rc., die Angaben des ersten Thermometers mit denen des zweiten, unter gleichen Umständen, und gleichen räumlichen Inhalt des Reservoirs vorausgesetzt, gleich sein würden.

Hr. **Regnault** überzeugte sich durch seine Untersuchungen daß er beide Formen des Thermometers ohne Unterschied anwenden könne, gibt aber aus den bereits angeführten Gründen, der Methode des Ueberfließens den Vorzug, da sie einer größern Genauigkeit fähig ist. Die größten Verluste, die er bei seinen Wägungen wahrnehmen konnte, überstiegen 3 bis 4 Milligrammen niemals, und dies ist bei Temperaturen, so wie sie die Versuche erforderten, ganz unwesentlich.

Er versuchte nacheinander Thermometer, welche aus Flintglas von **Choisy-le-Roi** aus gewöhnlichem, aus grünem und aus schwedischem Glase angefertigt worden waren. Von jeder Glassorte hatte er genaue Analysen geschickter Chemiker, und die Analysen wurden mit den Reservoiren der Thermometer selbst angestellt.

Da das Flintglas von **Choisy-le-Roi** stets genau dieselbe Zusammensetzung hat, indem bei seiner Fabrikation die größte Sorgfalt angewendet wird, so ist es zu vergleichenden Versuchen ganz besonders geeignet. Es wurden 3 Thermometer aus dieser Glassorte angefertigt. Die Kugel des einen wurde aus Flintglas gefertigt, hatte etwa 14 Millimeter im Durchmesser, und diese wurde an eine Röhre von demselben Glase gelöthet. Das zweite wurde dadurch angefertigt, daß man an eine Röhre von Flintglas mittelst Blasen eine Kugel anbrachte, und bei dem dritten Thermometer wurde an einer gleichen Röhre mittelst der Lampe ein cylindrisches Reservoir angeblasen. Dieses letztere zeigte bei der Analyse einen größern Kieselerdegehalt, wahrscheinlich weil durch die lange Bearbeitung mit der Lampe mehrere andere Bestandtheile verflüchtigt worden waren.

Bei einer Vergleichung dieser 3 Thermometer aus dem Flintglase von Choisy-le-Roi mit dem Luftthermometer, zeigten sie von 0° bis zu 325° eine bedeutende Uebereinstimmung, und es konnten daher die Correctionen gegen das Luftthermometer bei allen dreien angebracht werden. Obgleich aber die Ausdehnungsgesetze bei dem Glase der verschiedenen Thermometer nicht verschieden waren, so bezog sich dies doch nicht auf die absolute Ausdehnung, welche bei jedem Reservoir verschieden war, indem das erste einen weit geringern Ausdehnungs-Coefficienten zeigte, als die beiden andern.

Verschiedene aus gewöhnlichem Glas angefertigte Thermometer, von denen einige cylindrische, andere dagegen kugelförmige Reservoire hatten, und bei einigen endlich die Kugeln an die Röhren angelöthet worden waren, wurden ebenfalls mit den Luftthermometern verglichen. Sie zeigten bedeutende Unterschiede mit den Flintglas-Thermometern, so daß beide Arten gar nicht zu vergleichen waren. Die Ausdehnungen des gewöhnlichen Glases waren zwischen 0 und 100°, je nach der Verschiedenheit der Zusammensetzung, so wie auch nach der Art und Weise der Verarbeitung des Glases sehr wesentlich verschieden, nun findet man aber bei der Zusammensetzung des gewöhnlichen Glases einen sehr großen Unterschied, indem dabei durchaus nicht die Sorgfalt angewendet wird, wie z. B. in der Glashütte von Choisy-le-Roi. Vergleicht man nun die Resultate, die mit Thermometern aus gewöhnlichem Glase erlangt worden sind, unter einander, so gelangt man zu denselben Folgerungen, wie bei den Flintglas-Thermometern von Choisy-le-Roi, nämlich:

Die Quecksilber-Thermometer, welche aus verschiedenen Sorten gewöhnlichen Glases angefertigt werden, aus den Glassorten, wie man sie jetzt zu der Anfertigung der chemischen Instrumente verwendet, stimmen über die festen Punkte, die zur Regulirung ihrer Scalen dienen, nicht genau überein; allein die Unterschiede sind so gering, daß man sie bei den meisten Versuchen unberücksichtigt lassen kann, besonders wenn man solches Glas vermeidet, welches viel Blei enthält und welches man bei der Bearbeitung mit der Lampe sehr leicht erkennt.

Die aus grünem Glase angefertigten Thermometer, so wie es in Paris zu den organischen Analysen verwendet wird, so wie die aus schwedischem Glase, welches sich durch seine Strengflüssigkeit auszeichnet, gaben hinreichend analoge Resultate mit denen, die man bei den andern Thermometern erlangt hatte. Nur der Ausdehnungs-Coefficient dieser beiden Glassorten, die außerdem eine gänzlich verschiedene Zusammensetzung hatten, war ein anderer als bei dem andern Glase.

In der 3. Abtheilung der 4. Abhandlung, welche von der Temperaturmessung mittelst thermo-electrischer Ströme handelt, zeigt Hr. Regnault, daß diese Ströme zur Messung der Temperaturen nicht anwendbar sind. Es ist dieser Theil der Abhandlung keines Auszugs fähig; um verständlich zu werden, müßte man ihn nebst den dazu gehörigen Abbildungen, fast wörtlich wieder geben, welches natürlich nicht möglich ist. Dagegen wollen wir hier die Folgerungen, die der Verfasser am Ende dieser langen Abhandlung macht, noch kurz mittheilen.

Das Luftthermometer ist das einzige Instrument, welches mit Sicherheit zur Messung hoher Temperaturen angewendet werden kann; Hr. Regnault ist der Meinung, daß Quecksilberthermometer, über 100° hinaus keine Sicherheit gewähre.

Der Luftthermometer muß auf die Messungen der Veränderungen der Elasticität begründet werden, die ein gegebenes Luftvolum erleidet, wenn es in verschiedene Temperaturen kommt. Es ist so viel als möglich erforderlich, die Luftthermometer so einzurichten, um direct durch Versuche die Elasticität zwischen 0 und 100° zu bestimmen, indem man das Reservoir in schmelzendes Eis untertaucht, oder in den Dampf von siedendem Wasser hält. Wenn aber, wegen der Einrichtung des Apparats, die directe Bestimmung der beiden festen Punkte der Thermometerscale unmöglich, wie es zuweilen der Fall ist, so wird es nothwendig den Ausgangspunkt des Luftthermometers von der Temperatur des umgebenden Mediums zu nehmen, die durch ein Quecksilberthermometer bestimmt worden ist, und alsdann durch Rechnung die Elemente, welche dem Apparat für die Temperatur des schmelzenden Eises nothwendig sind, abzuleiten.

Wenn das Thermometer Luft enthält, die bei 0° eine Elasticität von 760 Millimet. hat, und wenn es die Temperatur von 350° nicht zu übersteigen nöthig hat, so wird die Elasticität der Luft nicht größer als 1720 Millimet. werden. Es ist alsdann nicht zu fürchten, daß das Glasthermometer irgend eine Formveränderung erleide. Bei höheren Temperaturen dagegen tritt diese Gefahr sehr hervor: — 1) wegen des bedeutenden inneren Drucks, und 2) weil das Glas merklich erweicht wird. Es ist daher zweckmäßig, die Luftthermometer, wenn sie zur Messung hoher Temperaturen angewendet werden sollen, mit Luft von geringerer Elasticität anzufüllen. Wenn z. B. die Luft von 0° eine Elasticität von 300 Millimet. hat, so erlangt sie bei 500° eine Elasticität von 850 Millimet., welche die des äußern Druckes um etwa 90 Millimet. übersteigt.

Experimentirt man in hohen Temperaturen, so ist es möglich, durch eine eigenthümliche Einrichtung des Appa-

rats, die Gefahr der Formveränderung desselben zu vermeiden. Aus einer Unkenntniß des Gesetzes der Ausdehnung der Umgebung eines Thermometers, welche auch aus Platin statt aus Glas bestehen kann, hauptsächlich bei einem Luftpyrometer, erfolgt stets eine Ursach der Unsicherheit, die aber nie zu bedeutenden Irrthümern führen kann, wie man aus den Versuchen ersieht, die mit gläsernen Luftthermometern bis zu 350° aufwärts angestellt worden sind. Die Fehler mögen bedeutender sein, und selbst einige Grad betragen, sobald die Temperatur 300° übersteigt, wenn die Ausdehnung der Umgebung zwischen 0 und 100° unbekannt ist, und der scheinbare Ausdehnungs-Coeffieient aus der Elasticität der Gase zwischen 0 und 100°, abgeleitet worden ist.

Schließlich deutet Hr. Regnault die Möglichkeit der vortheilhaften Benutzung eines Thermometers mit Quecksilberdämpfen, in den vielen Fällen an, in denen keine große Genauigkeit nothwendig ist. Dies Instrument würde daher gewissermaßen ein Pyrometer zur Messung der Temperaturen über dem Südpunkt des Quecksilbers sein. Wenn das Quecksilber zum Sieden gelangt, so vertreibt es die Luft vollständig aus dem Apparat, und da sich die Quecksilberdämpfe wie ein permanentes Gas verhalten, so dehnen sie sich so aus, daß sie mit dem äußern Druck im Gleichgewicht bleiben. Mittelst einer eigenthümlichen Einrichtung ist es möglich, das an den Seiten verdichtete Quecksilber herauszuziehen, und sein Gewicht zu bestimmen, welches geschehen kann, sobald der Apparat bis zu der Temperatur des umgebenden Mediums abgekühlt ist. Mittelst einer sehr einfachen Formel, und bei der Annahme, daß die Quecksilberdämpfe denselben Ausdehnungs-Coefficienten wie die Luft haben, kann man die Temperatur bestimmen, welcher der Apparat ausgesetzt worden ist. Zur Vermeidung der Oxydation des Quecksilbers ist es zu Anfang des Experiments, wenn der Quecksilberdampf die Luft aus dem Apparat noch nicht ausgetrieben hat, erforderlich, in das Gefäß etwas Naphthaöl zu bringen, welches zuerst die Luft vertreibt, und alsdann selbst vertrieben wird.

Hr. Regnault will einige Versuche nach dieser Methode in der Porzellanfabrik zu Sèvres ausführen, wie wissen aber nicht, ob dies bis jetzt schon geschehen ist.

V. Von der absoluten Ausdehnung des Quecksilbers.

Diese Abhandlung umfaßt die Seiten 271 bis 328 und enthält sehr zahlreiche Versuche über den Gegenstand. Hier können wir nur das kurze Resultat mittheilen.

Er bestimmt dieselbe durch Messung der Verschiedenheit des Drucks, welchen gleich hohe Quecksilbersäulen von verschiedener Temperatur ausüben; eine genauere Darlegung seiner Verfahrungsweisen ist ohne Zeichnung nicht zu geben. Das Volum des Quecksilbers bei 0° = 1 gesetzt,

ist es nach seiner Bestimmung bei t° des Luftthermometers gegeben durch:

$$1 + 0{,}000179007\, t + 0{,}0000000252316\, t^2,$$

also

bei 50° = 1,009013 bei 150° = 0,027419 bei 250° = 0,046329
" 100° = 1,018153 " 200° = 0,036811 " 300° = 0,055973
" 350° = 0,065743

Izarn hat, mit Zugrundlegung von Regnault's Bestimmung der Ausdehnung des Quecksilbers, Tafeln zur Reduction des Barometerstandes auf 0° berechnet.

VI. Ueber das Gesetz der Zusammendrückbarkeit der elastischen Flüssigkeiten*).

Die Untersuchungen, welche über die Gültigkeit des Mariotte'schen Gesetzes bei hohen Druckkräften angestellt worden sind, theilen eine gemeinschaftliche Quelle der Ungenauigkeit, welche in dem bedeutenden Einflusse der Fehler der Volumbestimmung besteht, wenn die Gase durch hohen Druck bereits auf einen sehr kleinen Raum comprimirt worden sind. Regnault ordnete seine zu demselben Zwecke dienenden Apparate deswegen so an, daß der nämliche Raum der Barometerröhre in successiven Versuchen unter immer größeren Druckkräften gefüllt werden konnte, und das Volum durch Steigerung des Druckes jedesmal nur auf die Hälfte vermindert wurde. Die Volum 1 und ½ waren am Manometer durch zwei Merkstriche bezeichnet. — Eine ausführliche Beschreibung des Apparates, welcher ein Collége de France in einem für Savart's hydraulische Versuche eigens erbauten Thurme aufgestellt war, findet man am angeführten Orte pag. 341—367. — Keines der untersuchten Gase folgt auch bei geringen Druckkräften dem Mariotte'schen Gesetze. Atmosphärische Luft, Stickstoffgas und Kohlensäure sind stärker, Wasserstoffgas ist weniger zusammendrückbar, als der Funktion $\frac{V_0 \cdot P_0}{V_1 \cdot P_1} - 1 = 0$ entspricht, welche das Mariotte'sche Gesetz ausdrückt. Wollte man die Eigenschaft der ersteren Gase aus einem unvollkommenen Gaszustand erklären, so käme für das Wasserstoffgas die Ungereimtheit eines mehr als vollkommenen Gaszustandes heraus. Regnault glaubt, daß $\frac{V_0 \cdot P_0}{P_1 \cdot P_1} - 1$ einer ziemlich verwickelten Funktion des Druckes und der Temperatur gleich zu setzen sei, deren Form auf experimentellem Wege allein wohl schwerlich werde aufgefunden werden. Er berechnet Interpolationsformeln nach der Form $\frac{r}{m} = 1 + A\,(m - 1) + B\,(m - 1)\,2$, worin m das Verdichtungsverhältniß, r das Verhältniß der Druckkräfte bedeutet, und die Coefficienten A und B die folgenden Werthe erhalten:

*) Umfaßt im Original die SS. 329 bis 428.

	Atmosph. Luft.		Stickstoffgas.		Kohlensäure.		Wasserstoffgas.	
	Zeichen.	log.	Zeichen.	log.	Zeichen.	log.	Zeichen.	log.
A	—	$\bar{3}$,0435120	—	$\bar{4}$,8389375	—	$\bar{3}$,9310399	+	$\bar{4}$,7381736
B	+	5,2873751	+	$\bar{6}$,8476020	—	$\bar{6}$,8624721	+	$\bar{6}$,9250787

Aus diesen Formeln ergeben sich für das Verdichtungsverhältniß m die beistehenden Druckkräfte:

m	Atmosph. Luft.	Stickstoffgas.	Kohlensäure.	Wasserstoffgas.
1	1,000000	1,000000	1,00000	1,000000
2	1,997828	1,998634	1,98292	2,001110
3	2,993601	2,995944	2,94873	3,003384
4	3,987432	3,991972	3,89736	4,006856
5	4,979440	4,968760	4,82880	5,011615
6	5,969748	5,980350	5,74296	6,017676
7	6,958455	6,972791	6,63985	7,025102
8	7,945696	7,964112	7,51936	8,033944
9	8,931573	8,954361	8,38152	9,044244
10	9,916220	9,943590	9,22620	10,056070
11	10,899724	10,931833	10,05345	11,069454
12	11,882232	11,919120	10,86324	12,084456
13	12,863838	12,905516	11,65541	13,101144
14	13,844670	13,891052	12,43018	14,119504
15	14,824845	14,875770	13,18695	15,139650
16	15,804480	15,859712	13,92608	16,161632
17	16,783675	16,942920	14,64771	17,185470
18	17,762562	17,825436	15,35148	18,211230
19	18,741258	18,807321	16,03733	19,238963
20	19,719880	19,788580	16,70540	20,268720

VII. Von der Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten und der des Quecksilbers insbesondere *).

Die ältern Versuche über Zusammendrückbarkeit tropfbarer Flüssigkeiten leiden sämmtlich an einer Ungenauigkeit, welche daraus entstand, daß die Correction wegen der Zusammendrückbarkeit der Gefäßwände auf willkürlichen Voraussetzungen beruhte. **Regnault** hat darum seine Versuche über Zusammendrückbarkeit des Wassers in Glas- und Messinggefäßen sowie über die des Quecksilbers in einem Glaspiezometer so eingerichtet, daß gleichzeitig die Volumänderung der Substanz der Gefäßwände daraus entnommen werden konnte. Die Compression geschah nicht durch eine Schraube, sondern durch gespannte Luft, was den großen Vortheil bietet, daß man die Kraft ganz allmälig kann einwirken lassen, so daß eine dauernde Formänderung des Piezometers nicht so leicht zu fürchten ist. In fünf aufeinander folgenden Versuchen war das Piezometer 1) außen und innen dem atmosph. Drucke, 2) außen einem stärkeren, innen dem atmosph. Drucke, 3) außen und innen dem stärkeren Drucke, 4) außen dem atmosph., innen dem stärkeren Drucke und 5) wieder dem Drucke wie unter Nr. 1) ausgesetzt. — Es ergaben sich hieraus jedesmal drei Gleichungen, deren zwei zur Bestimmung der Compression der Flüssigkeit und der Gefäßwand, die dritte zur Centrole diente. Die Formeln sind von **Lamé** entwickelt für 1) eine spärische Hülle, 2) eine cylindrische Hülle mit ebenen und 3) eine cylindrische Hülle mit sphärischen Grundflächen. Bedeuten μ und $\varkappa$ die kubische Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeit und der festen Substanz, V und U die Volume der im Piezometer 1) und 2) enthaltenen Flüssigkeit, N und M die Verhältnisse dieser Volume zu demjenigen der starren Masse des Piezometers, ϑ die scheinbare Verminderung von V und U bei einem innern Drucküberschuß P; ϑ' und ϑ'' die scheinbare Vermehrung bei blos äußerem und bei innerem und äußerem Druck, so ist nach **Lamé**

für eine sphär. Hülle.

$$\varkappa P = \frac{1}{V}\left\{\frac{4\,\vartheta'}{9\,(N+1)}\right\}$$
$$\vartheta'' = \vartheta - \vartheta'$$
$$\mu P = \frac{1}{V}\left\{\vartheta'' + \frac{4\,\vartheta''}{9\,(N+1)}\right\}$$

für eine cylindr. Hülle mit ebener Grundfläche.

$$\varkappa P = \frac{1}{U}\cdot\frac{3\,\vartheta''}{8\,(M+1)}$$
$$\vartheta'' = \vartheta - \vartheta'$$
$$\mu P = \frac{1}{U}\left\{\vartheta'' + \frac{3\,\vartheta'}{8\,(M+1)}\right\}$$

für eine cylindr. Hülle mit sphär. Grundfläche.

$$\varkappa P = \frac{\vartheta'}{{}^{8}/_{3}\,(M+1)\,U + {}^{9}/_{4}\,(N+1)\,V}$$
$$\vartheta'' = \vartheta - \vartheta'$$
$$\mu P = \frac{1}{U+V} + \frac{\vartheta'}{{}^{8}/_{3}\,(M+1)\,U + {}^{9}/_{4}\,(N+1)\,V}$$

Für das Wasser erhielt **Regnault** folgende Resultate:

für den Druck von 1 Atmosph.	in einer Kupferkugel.	in einer Messingkugel.	in einem Glascylinder mit sphär. Grundfl.
μ	0,000047709	0,000048288	0,000046677
$\varkappa$	0,000001317	0,000001440	0,000002368

Die Zusammendrückbarkeit des Quecksilbers ergab sich für den Druck von 1 Atmosph. = 0,000003517, also für eine Belastung durch eine Quecksilbersäule von 1^m Höhe = 0,000004628. — Bei Gelegenheit dieser Versuche fand **Regnault**, daß ein plötzlich einwirkender Druck von 10 Atmosphären aus dem Wasser nicht so viel Wärme entbindet, um seine Temperatur um $^1/_{30}{}^0$ zu erhöhen.

*) Im Original von den SS. 429 bis 464.

VIII. Elasticität des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen *).

Die Elasticität des Wasserdampfs in verschiedenen Temperaturen, haben so viel Physiker beschäftigt, daß man

*) Im Original die SS. 465 bis 635. Theilweis in Poggendorffs Annalen, 2ter Ergänzungsband, S. 119 ꝛc.; ferner Band 65, S. 360, 365 und 368, aus den frühern Aufsätzen Regnaults, in den Annales de Chimie et de Physique bearbeitet.

glauben sollte, es gäbe bei deren Zahlenangaben nur geringe Unsicherheiten. Das ist aber durchaus nicht der Fall, wie man bei einer Vergleichung der von diesen verschiedenen Experimentatomen bekannt gemachten Resultate erkennen kann; man findet sehr bedeutende Differenzen, selbst zwischen den Grenzen der atmosphärischen Temperaturen, und es ist unmöglich, sich über die richtigen Zahlen zu entscheiden.

Die Physiker, welche sich seit **1782** mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, sind die folgenden: **Achard, Gren, Dalton, Christian, Arzberger, Watt, Robison, Bétancourt, Schmidt, Bicker, Southern, Ure, Gay-Lussac, August, Kaemtz, Taylor, Dulong** und **Arago, Dallas-Bache, Reeves, Keating, Balevin** u. A.

Ein unvorhergesehener Umstand machte neue Versuche nothwendig. Zu der Zeit als sich die Herren **Dulong** und **Arago** mit den Versuchen über die Elasticität des Dampfes beschäftigten, nahm man allgemein an, daß zwei Quecksilber-Thermometer, welche zwischen ihren festen Punkten graduirt worden sind, der ganzen Skala nach, übereinstimmende Angaben machten. Nun haben wir aber weiter oben in der 4ten Abhandlung, bei der Temperatur-Messung gesehen, daß diese Voraussetzung durchaus nicht statt findet: zwei Thermometer, die an ihren festen Punkten gänzlich übereinstimmen, können in höheren Temperaturen mehre Grade von einander differiren; über den Siedpunkt des Wassers hinaus hören daher die Angaben des Quecksilber-Thermometers sicher zu sein auf. Man muß daher seine Zuflucht zu Luft-Thermometern nehmen, welche die erwähnten Nachtheile nicht haben und stets genau mit einander vergleichbar, sobald sie unter bestimmten Verhältnissen angefertigt worden sind.

Wir werden nun hier zuvörderst von den Versuchen reden, die mit der Elasticität des Wasserdampfs in niedrigen Temperaturen, d. h. von — **32°** bis + **50°**; dann von denen, die in höheren Temperaturen, d. h. von **50°** bis **230°** angestellt worden und zuletzt von der graphischen Darstellung und von der Aufsuchung von Interpolations-Formeln, als Ausdruck derselben reden.

1. Die Elasticität des Wasserdampfs in den niedern Temperaturen.

Um ein physikalisches Gesetz mit einiger Schärfe zu bestimmen, ist es nicht hinreichend beim Experimentiren nur eine Methode anzuwenden; denn wenn das dabei erhaltene Resultat mit der schon bekannten nicht übereinstimmt so ist es in den meisten Fällen schwierig, entscheiden zu sollen, welches den Vorzug verdient. Das bessere Verfahren und der geschickte Experimentator können dabei allein leitend einwirken. Am sichersten ist es alsdann, verschiedene Methoden bei den Versuchen anzuwenden, und stimmen die erlangten Resultate nicht überein, die Ursachen der Irrungen durch directe Versuche nachzuweisen.

Hr. **Regnault** wendet bei seinen Versuchen einen eigenthümlichen Apparat an, dessen Construction wir hier wegen mangelnder Abbildungen nur andeuten können. Zwei möglichst gleiche Barometer, die **14** Millimeter innern Durchmesser haben, sind neben einander auf einem Brete angebracht. Sie gehen durch zwei Tubulaturen eines Kastens von Weißblech, und werden durch Cautchouc darin erhalten. Der Kasten hat an einer seiner Seiten eine länglich viereckige Oeffnung, um welche ein eiserner Rahmen angebracht ist, und auf diesem luftdicht ein Stück Spiegelglas. Beide Barometer stecken in einem Gefäß. Der blecherne Kasten hat einen räumlichen Inhalt von etwa **45** Litern, und ruht auf einem eisernen Support. Da vor den Barometergläsern Wasser und Glas vorhanden war, so wurden die Lichtstrahlen bis auf $^1/_2$ Millimeter abgelenkt; aber die Abweichungen, die sich auf die Theilung des feuchten Barometers im Verhältniß zu der des trockenen beziehen, waren immer weit kleiner, und da sie höchstens nur **0,10** Millimet. betrugen, so konnte man sie ganz unberücksichtigt lassen.

Das Wasser in den blechernen Kasten wurde stets umgerührt, und ein sehr sensibeles Quecksilberthermometer gab dessen Temperatur an.

Der Beobachter richtet nun das Fernglas eines Kathetometers auf das Hütchen des Quecksilbers in den feuchten Barometer, um den Stand desselben genau zu beobachten, während welcher Zeit das Umrühren des Wassers aufhört. Darauf wird das Hütchen von dem trockenen Barometer beobachtet. Die Beobachtungen müssen mit einer großen Genauigkeit und in der Temperatur der umgebenden Luft angestellt werden.

Um die Elasticität des Dampfes in höheren Temperaturen zu bestimmen, nimmt man mittelst eines Hebers einen Theil des kalten Wassers hinweg und ersetzt es durch eine gleiche Menge warmen Wassers. Hierauf stellt man unter den Boden des Blechgefäßes eine Spirituslampe, und je nachdem man dieselbe dem Boden mehr oder weniger nähert, oder den Docht der Lampe mehr oder weniger herauszieht, kann man die Temperatur des Wassers mehr oder weniger steigern. Soll dieselbe **30°** nicht übersteigen, so kann man sie lange durch Umrühren des Wassers auf gleichem Grade erhalten. Auch muß man die Beobachtungen mehrmals wiederholen.

Ueber dem Quecksilber in dem einen Barometer befindet sich Wasser, welches durch die steigende Temperatur in Dampf verwandelt wird. Ueber dem Quecksilber in dem feuchten Barometer befindet sich eine flüssige Schicht von **3** bis **4** Met. Höhe, die durch ihr Gewicht den Stand des Quecksilbers herabdrückt, während sie andrerseits denselben

durch ihre Capilarität zu heben sucht. Mißt man nun mit dem Kathetometer die Entfernung, welche zwischen dem niedrigsten Punkt des Quecksilbers gebildet worden ist, und man dividirt diese Entfernung durch 13.5, dem specifischen Gewichte des Quecksilbers im Verhältniß zum Wasser, so erhält man die kleine Höhe des Quecksilbers, welche der Wassersäule gleich ist. Der Einfluß der Capilarität des Wassers wird durch einen directen Verschluß bestimmt.

Man hat auf das obere Ende der beiden Barometerröhren sehr enge Glasröhren gelöthet, die in kleine kupferne Röhren mit 3 Armen eingekittet sind. Der dritte Arm war mit einer Glasröhre versehen, die mit der Luftpumpe in Verbindung stand. Zwischen der einen Barometerröhre und der entsprechenden kupfernen Tubulatur, war eine Röhre von der Form U, die mit Schwefelleber angefüllt ist. Beide Barometer treten in ein und dasselbe Quecksilbergefäß. Man macht mit der Luftpumpe mehrmals leere Räume, und läßt die Luft wieder zurücktreten, um die Wände der Röhre abzutrocknen, die mit der Schwefelleber in Verbindung steht. Endlich hat man eine letzte Luftleere gemacht und mittelst der Lampe die Röhre angelöthet, die mit der Luftpumpe in Verbindung steht. Man überzeugte sich, daß die beiden Säulen im Niveau standen, und ließ darauf in die eine Röhre eine kleine Wasserschicht gelangen, fast gleich der, welche man bei den Versuchen über die Spannung des Dampfes anwendete. Man hatte demnach zwei, in unvollkommenere Verbindung mit einander stehende Barometer, die gleichem innerem Druck unterworfen waren; jedoch war das eine der Barometer trocken, während das andere dagegen eine dünne Schicht Wasser enthielt. Nachdem nun beide Säulen genau gleiche Temperatur erlangt hatten, bestimmte man die Differenz des Standes beider Quecksilberhütchen und die Höhe der Wassersäule. Letztere in Quecksilber verwandelt, stellte die Höhen-Differenz bei den Quecksilbersäulen dar, wenn in der Capillarität keine Veränderung statt gefunden hatte, die bei der feuchten Säule eine Hebung von 0,12 Millimeter bildete. Einige von den Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Temperaturen. Grade nach C.'	Spannungen des Dampfes.	Temperaturen. Grade nach C.'	Spannungen des Dampfes.
	Millimet.		Millimet.
9,73	9,05	28,80	29,44
11,64	10,27	31,95	35,29
13,56	11,60	34,75	41,25
15,36	13,18	38,09	49,51
17,68	15,13	40,25	55,55
19,35	16,70	46,20	75,76
21,41	19,00	51,39	98,29
23,66	21,75	58,56	138,81
26,02	25,07		

Die berechneten Dampfspannungen weichen von den beobachteten entweder gar nicht, oder nur sehr wenig ab.

Eine zweite Reihe von Beobachtungen wurde mit Hülfe eines Apparates angestellt, der — soviel sich dies ohne Abbildungen sagen läßt — etwa folgende Einrichtung hatte. Ein Ballon von etwa 500 Kubik-Centimetern räumlichen Inhalt, enthält ein Fläschchen, welches gänzlich mit eben gekochten Wasser angefüllt ist. Der Ballon ist an eine gekrümmte Röhre angeschmolzen, die in eine dreiarmige Tubulatur von Kupferblech eingekittet ist. In dem mittleren Arm ist eine gekrümmte Röhre eingekittet und diese an das obere Ende einer Barometerröhre angeschmolzen, welche durch eine Tubulatur des schon oben erwähnten blechernen Gefäßes geht. Durch eine zweite Tubulatur desselben geht ein wirkliches Barometer, das mit der ersteren Röhre in ein und dasselbe Barometergefäß tritt. In den dritten Arm der kupfernen Tubulatur endlich, ist eine Röhre eingekittet, die mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Dazwischen befindet sich aber eine, etwa 1 Meter lange Röhre, die mit Schwefelleber angefüllt ist.

Nun zieht man vierzig bis funfzig Mal die Luft aus und läßt sie stets wieder langsam eintreten, bis endlich Ballon und Barometerröhre vollkommen trocken sind. Nun verschließt man die Verbindungsröhre mit der Luftpumpe mittelst der Glasbläserlampe, umgiebt den Ballon mit schmelzenden Eise und nach Verlauf von einiger Zeit mißt man die Höhendifferenz zwischen beiden Quecksilbersäulen mit dem Kathetometer. Man erhält dadurch die Elasticität der im Ballon gebliebenen trocknen Luft bei 0°. Man nimmt nun das Eis weg, erwärmt den Ballon mit einigen in einer Kelle mit krummen Stiel liegenden Kohlen und veranlaßt dadurch die Sprengung des Fläschchens durch die Ausdehnung der darin eingeschlossenen Flüssigkeit. Man umgiebt den Ballon von Neuem mit schmelzendem Eise und bestimmt nach einiger Zeit die Höhendifferenz bei der Käppchen. Zieht man von derselben diejenige ab, welche man vor dem Zerspringen der kleinen Flasche in dem Ballon fand, so erlangt man die Elasticität des Wasserdampfes, bei 0°. Man muß der Sicherheit der Resultate wegen die Messungen gehörig wiederholen.

Zur Bestimmung der höhern Temperatur füllt man den Kasten mit klarem Wasser und verfährt ganz so, wie weiter oben beschrieben wurde. Weil es bei diesen Versuchen von größter Wichtigkeit ist, daß das Barometer sehr genau sei, so muß man es leicht mit einem Normal-Barometer vergleichen können. Man erlangt auf diese Weise und bei Berücksichtigung mancher Abänderungen, Umstände und Vorsichtsmaaßregeln, auf die wir hier, ohne Abbildungen, nicht eingehen können, sehr genaue Resultate. — Auch läßt sich das Verfahren eben so gut bei der Bestimmung der Spannungen von Dämpfen andrer Substanzen als Wasser, anwenden.

Wir werden nun in nachstehender Tabelle einige von den erlangten Resultaten mittheilen.

Mittlere Temperatur.	Spannung. Millimeter.
Reihe a.	
0,00°	4,665
20,17	17,62
23,59	21,66
28,22	28,50
31,08	33,62
33,57	38,40
36,48	45,49
40,75	57,58
44,75	70,77
49,70	90,69
Reihe b.	
0,00	4,65
19,82	17,26
22,70	20,56
24,67	23,07
28,85	29,50
33,82	39,09
Reihe c.	
0,00	4,58
11,52	9,97
13,84	11,66
14,04	11,82
16,43	13,76
19,12	16,40
20,28	17,59
22,85	20,52
25,59	24,25
28,14	28,21
30,30	31,92
32,42	36,01
36,13	44,34
38,86	51,31
Reihe d.	
0,00	4,69
8,20	8,14
9,00	8,58
13,92	11,84
16,35	13,82
19,88	17,21
Reihe e.	
0,00	4,59
6,70	7,27
7,41	7,64
10,11	9,11
13,60	11,54
14,92	12,55
16,55	13,91
18,32	15,61
20,51	17,81
22,84	20,53
Reihe g.	
— 27,11	0,46
— 28,00	0,41
— 25,00	0,52
— 22,74	0,71
— 21,16	0,73
— 18,69	0,93
— 16,15	1,13
— 13,25	1,51
— 10,29	1,99
— 7,56	2,49
— 5,37	2,96
— 3,68	3,41
Reihe l.	
0,00	4,66
9,77	9,03
12,78	10,98
15,63	13,18
18,97	16,29
21,37	18,82
24,36	22,64
27,09	26,68
28,28	28,65
33,71	38,92
37,06	46,89
41,03	58,06
44,08	68,09
Reihe m.	
0,00	4,66
25,69	24,51
35,87	43,86
43,62	66,57
49,58	90,04
51,21	97,39
53,61	109,90
58,37	137,78

Die hier fehlenden Versuchreihen sind weggelassen, weil sie weniger Vertrauen voraussetzen. Die berechneten Spannungen weichen von den beobachteten nur wenig ab.

2. Elasticität der Wasserdämpfe in hohen Temperaturen.

Die vorhergehend beschriebenen Methoden sind nur bei Temperaturen von 60, höchstens 70 Grad anwendbar. In den höhern Graden theilt sich das Wasser so schnell in ungleich warme Schichten, daß zu deren Verhinderung ein fortwährendes Umrühren statt finden muß.

Für hohe Temperaturen hat Hr. **Regnault** ein bekanntes und schon von mehreren Physikern, namentlich von **Arago** und **Dulong** angewendetes Verfahren benutzt. Es besteht darin, die Temperatur zu bestimmen, in welcher das Wasser unter einem bestimmten Druck siedet; es gewährt den Vortheil, auch beim höchsten Druck angewendet werden zu können und es giebt, bei gehöriger Durchführung, sehr genaue Resultate.

Bei der gewöhnlichen Einrichtung des Apparates sind einige kleine Irrthümer unvermeidlich, und obgleich dieselben bei hohem Druck nur geringen Einfluß haben, so lassen sie sich doch durch das folgende Verfahren vermeiden.

Man muß nämlich den Versuch unter denselben Bedingungen anstellen, unter deren man das Wasser unter dem gewöhnlichen atmosphärischen Druck sieden läßt. Man bestimmt den Siedepunkt von 100° der Thermometer und die Temperatur, in welcher das Wasser unter dem verschiedenen Druck siedet, kann alsdann mit derselben Genauigkeit bestimmt werden. Es ist zu dem Ende hinreichend, das Wasser in einem Gefäß kochen zu lassen, welches mit einem, etwas weiten Raume in Verbindung steht und in welchem man die Luft, nach Belieben, mehr oder weniger zusammendrückt. Diese Luft bildet eine künstliche Atmosphäre, welche einen Druck auf die Oberfläche der erhitzten Flüssigkeit ausübt. Man erlangt auf diese Weise eine eben so vollkommene stationäre Siedehitze, als wenn das Wasser in freier Luft kocht.

Ehe Hr. **Regnault** die Versuche im Großen ausführte, wendete er zuvörderst einen kleinen Apparat an, der etwa die folgende Einrichtung hat. — Er besteht aus einem kupfernen, mit einem aufgeschraubten Deckel verschlossenen Kolben. Dieser Deckel ist mit 4 eisernen Röhren versehen, die unten verschlossen sind. Zwei davon reichen bis zu dem Boden des Gefäßes, während die beiden andern nur bis zur Mitte hinabreichen. Diese Röhren, welche 7 Millimeter Durchmesser und 1 Millimeter Wanddicke haben, sind von einem Muff von sehr dünnem Kupferblech umgeben, der mit dem Deckel verbunden und oben mit Oeffnungen versehen ist. Der Hals des Kolbens ist mit einer, ohngefähr 1 Meter langen Röhre verbunden und dieselbe ist mit einem kupfernen Muff umgeben, durch welchen fortwährend ein Strahl frischen Wassers fließt. Diese Röhre steht mit einem Ballon von Kupferblech und von 24 Liter räumlichen Inhalt in Verbindung, und der Ballon ist in einem Gefäß mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur befindlich. Oben hat der Ballon eine Vorrichtung zur Aufnahme von zwei Armen, von denen der eine eine Röhre aufnimmt, die mit dem weiter oben beschriebenen Barometer-Apparat verbunden ist. Der zweite Arm kann mittelst einer bleiernen Röhre entweder mit einer Luftpumpe zur Verdünnung der in dem Apparate enthaltenen Luft, oder mit einer Druckpumpe, zu deren Verdichtung, in Verbindung gesetzt werden.

Die vier eisernen Röhren sind bis auf einige Centimeter Entfernung von der Oeffnung mit Quecksilber angefüllt. In den Röhren sind Quecksilber-Thermometer angebracht, deren Gefäße bis zu ihrem Boden niedergehen. Zwei von diesen Thermometern befinden sich daher im Wasser und die beiden anderen im Dampf.

Man macht eine Luftleere in dem Apparat, bringt das Wasser zum Sieden und verdichtet den Dampf in den Refrigerator, so daß er als Wasser in den Kolben zurückfällt. Der Druck, unter welchem das Sieden statt findet, wird durch die Differenz der Höhe des Quecksilbers in der Röhre

und in dem Barometer gemessen. Man wiederholt nach Zwischenräumen von 8 bis 10 Minuten die Beobachtungen, um die Temperatur bei einem und demselben Druck genau kennen zu lernen. Man erhielt auf diese Weise nach und nach die Temperaturen des Siedepunktes bei dem geringsten Druck bis zu dem von einer Atmosphäre, wobei man das Barometer des Apparates selbst benutzte und übrigens so verfuhr, wie weiter oben angegeben worden.

Um die Temperatur zu bestimmen, bei denen das Wasser unter höhern Drucken als den atmosphärischen siedet, setzte man den Apparat mit einer Druckpumpe in Verbindung. Die dabei angewendete Barometerröhre ist etwa 4 Meter lang und im Innern 14 Millimeter weit und an einem genau senkrecht stehenden Bret befestigt. Drei an zweckmäßigen Stellen angebrachte Thermometer mit großen Gefäßen geben die mittlere Temperatur der Quecksilbersäule an.

Mittelst der Druckpumpe erreicht man den verlangten Druck in den Apparat und es wird derselbe durch die Höhe des Barometers und durch die Höhe des Quecksilbers, welches die Differenz des Standes in beiden Röhren angiebt, gemessen. Diese Messung hat ihre Schwierigkeiten und kann, ohne Abbildungen, hier nicht füglich verdeutlicht werden. Besonders hatte es große Schwierigkeiten genaue Quecksilber-Thermometer zu erlangen; am zweckmäßigsten zeigten sich dabei die schon oben erwähnten überfließenden Thermometer (thermomètres à déversement), die keiner Correction bedurften, wie es bei den übrigen der Fall war.

Wir theilen nun in der nachstehenden Tabelle die eine Reihe von Beobachtungs-Resultaten über die Elasticität des Dampfes zwischen 40 und 100° mit. Die von dem Thermometer, welches in der Flüssigkeit und die von dem, welches in dem Dampf untertaucht, angegebenen Temperaturen sind besonders aufgeführt, da beim Sieden unter geringem Druck ein bedeutender Unterschied statt findet, der jedoch bei höherem Druck aufhört, oder sehr gering bleibt. — Man wird bei einer Vergleichung der in dieser Tabelle enthaltenen Resultate mit den in der vorhergehenden Tabelle mitgetheilten eine große Uebereinstimmung finden, obgleich Hr. Regnault der Meinung ist, daß die erstere Methode den Vorzug vor der letzteren verdiene.

Thermometer im Wasser.	Thermometer im Dampf.	Beobachtete Spannung. Millimeter.	Thermometer im Wasser.	Thermometer im Dampf.	Beobachtete Spannung. Millimeter.
43,55°	42,86°	64,13	83,28	83,07	401,28
49,49	48,97	87,59	86,80	86,65	462,27
54,03	53,48	109,52	89,95	89,83	522,02
57,37	56,82	128,47	92,28	92,18	569,79
61,35	60,86	155,18	94,08	94,04	610,24
66,30	65,86	194,62	95,78	95,75	651,64
72,16	71,76	251,73	96,88	96,83	677,88
76,76	76,48	306,71	98,78	98,73	727,07
80 34	80,11	356,00	100,18	100,17	765,70

Man kann sehr genaue Bestimmungen über die Elasticität des Wasserdampfes in Temperaturen zwischen 85 und 100° erlangen, wenn man die Temperatur des Siedepunktes von dem Wasser in verschiedenen atmosphärischen Höhen beobachtet. Auf Veranlassung des Hrn. Regnault haben mehre tüchtige Physiker, auf Gebirgsreisen, Beobachtungen dieser Art angestellt, wobei sie Thermometer anwendeten, die im Laboratorium des Hrn. Regnault angefertigt und die möglichst gleich waren. Bei den Barometermessungen wurden mehre nöthige Correctionen angebracht und es wurden Beobachtungen am Pilatus, am Mont Blanc, in den Pyrenäen und am Pichincha in der Andes gemacht, die mit den in obiger Tabelle angegebenen Zahlen sehr übereinstimmen.

Die folgende Tabelle enthält eine Reihe von Beobachtungen, die mit demselben Apparate, unter höhern Drucken angestellt worden sind, d. h. von 1 bis 5 Atmosphären.

Mittlere Temperatur nach 4 Thermometern.	Beobachtete Spannung. Millimeter.	Mittlere Temperatur nach 4 Thermometern.	Beobachtete Spannung. Millimeter.
99,83°	751,61	131,35	2094,69
100,71	776,03	135,68	2373,03
105,08	904,87	138,30	2561,73
111,74	1131,60	140,95	2758,69
116,07	1302,37	143,92	2997,75
122,59	1601,25	145,65	3150,42
128,50	1925,20	147,48	3307,33

Nachdem sich nun Hr. Regnault durch die obigen Versuche überzeugt hatte, daß der Apparat vollkommen richtige Resultate gab, ließ er nach denselben Grundsätzen einen weit größeren erbauen, um die Versuche mit demselben fortzusetzen. — Derselbe hat den Zweck, die Elasticität des Wasserdampfes in höhern Temperaturen zu studiren. Er besteht: 1. Aus einem Kessel; 2. aus einer Condensatorröhre; 3. aus einer künstlichen Atmosphäre; 4. aus einem Quecksilber-Manometer; 5. aus einer Druckpumpe.

1. Der Kessel besteht aus 5 Millimeter starkem Kupferblech und ist in seinen Fugen zusammengenietet und verlöthet. Er hat eine cylindrische Form und ist 0,80 Met. hoch, 0,35 Met. weit und faßt etwa 70 Liter. Der Deckel besteht aus 12 Millimeter starkem Kupferblech, ist mit Schraubenbolzen und Mennigekitt befestigt und mit 3 Röhren versehen. Zwei derselben nehmen Quecksilberthermometer auf und es reicht die eine fast bis auf den Boden hinab und das darin befindliche Thermometer giebt die Temperatur des siedenden Wassers an, während die andere Röhre, welche das Thermometer zur Bestimmung der Temperatur des Dampfes aufnimmt, nicht bis zum Wasser reicht. Die dritte Röhre endlich, welche viel weiter als die beiden übrigen ist, dient zur Aufnahme eines Luftthermometers, mit dem man ebenfalls die Temperatur des Dampfes bestimmt.

Der Kessel ist mit seinem sehr festen blechernen Ofen mit hoher blecherner Esse und mit den nöthigen Registern, zur Regulirung des Zuges, versehen.

2. Der Condensator oder Refrigerator besteht aus einer kupfernen Röhre von 30 Millimet. Durchmesser und 1,60 Met. Länge, welche an dem Halse des Kessels angekittet und von einer weit größeren Röhre umgeben ist, durch welche letztere ein Strom kalten Wassers geleitet wird.

3. Der Luftbehälter besteht aus einem kupfernen Cylinder von 0,42 Met. Durchmesser, 2 Meter Höhe und folglich einem räumlichen Inhalt von 2[illegible]0 Litern. Die Fugen sind warm vernietet und verlöthet, um eine absolute Luftdichtigkeit zu erlangen. Am oberen und unteren Ende des Refrigerators sind bronzene Tubulaturen mit Hähnen angebracht. Die untere steht mit dem Refrigerator und folglich mit dem Kessel in Verbindung; die oben einerseits mit einem Quecksilber-Manometer und andererseits mit einer Druck-Luftpumpe versehen ist.

4. Das Manometer zur Messung des Drucks der künstlichen Atmosphäre und folglich von dem des Dampfes im Kessel, ist ein offenes Quecksilber-Manometer, welches dem verschlossenen Manometer weit vorzuziehen ist.

5. Die Druck-Luftpumpe besteht aus 3 Cylindern, deren Kolben durch eine Kurbelwelle mit Schwungrad betrieben werden. Wenn die in dem Luftbehälter eingeschlossene Luft einen geringern Druck als 10 Atmosphären hat, so sind zwei Männer zur Bewegung der Luftpumpen-Kurbelwelle hinreichend, allein bei einem höhern Druck, bis 20 Atmosphären, sind 4 Mann zum Drehen nöthig.

Die kupfernen Tubulaturen sind mit Leinöl angefüllt, und der Stand des Quecksilbers wird durch ein Fernglas beobachtet. Auch das Luftthermometer steckt in Leinöl. Die festen Punkte der Thermometer müssen, von 100° ausgehend, häufig verglichen und bestimmt werden.

Das Experimentiren mit dem Apparat war nun im Allgemeinen das Folgende: Nachdem das Wasser in dem Kessel bald zum Kochen gebracht worden ist, preßt man die Luft in dem Behälter zusammen, so daß man fast den Druck erhält, unter welchen man Beobachtungen machen will. Das Quecksilber in dem Manometer wird in eine eigenthümliche Stellung gebracht, welches sich jedoch ohne die Abbildungen nicht verdeutlichen läßt. — Sobald nun das Wasser im Kessel kocht, erhält man es wenigstens eine halbe Stunde darin und beginnt die Beobachtungen erst dann, wenn die Thermometer stationär sind.

Ein erster Beobachter zeichnet den Stand der Quecksilberthermometer des Kessels auf und macht die nöthigen Bestimmungen zur Berechnung des Luftthermometers. Zwei andere Beobachter messen gleichzeitig, mittelst zweier Kathetometer, den Stand des Quecksilbers in den beiden Schenkeln des Manometers und beobachten die an der Säule angebrachten Thermometer. Sobald der Druck in

dem Apparate 5 bis 6 Atmosphären nicht übersteigt, sind die Schwankungen der Quecksilberkäppchen kaum wahrnehmbar, selbst mit den sehr vergrößernden Gläsern des Kathetometers, und zuweilen bleiben die Quecksilbersäulen ¼ Stunde lang ganz unbeweglich. Die geringen Schwankungen sind Folgen der kleinen Temperaturveränderungen, die der Behälter erleidet und die man verhindern kann, wenn man denselben mit Wasser umgiebt. Bei einem Druck von 8 bis 10 Atmosphären werden die Schwankungen merklicher, erreichen aber kaum ½ Millimeter.

Allen Physikern ist es bekannt, wie schwer es hält, sehr stark zusammengepreßte Luft in größern Apparaten bei einem gleichen Druck zu erhalten, und es hat daher Hrn. Regnault und seinen Gehülfen und Werkleuten große Mühe gekostet, um diesen Zweck zu erreichen, welches ihm aber recht gut gelang.

Man machte mehre Bestimmungen mit Zwischenräumen von 10 Minuten hinter einander unter demselben Druck, und bestimmte dann die Temperatur des Siedens unter einem, nur um einige Centimeter niedrigern Druck. Man überzeugte sich dadurch, daß die Thermometer mit der größten Leichtigkeit allen Veränderungen des Druckes folgten. Man machte die Bestimmungen bis zu 28 Atmosphären und hätte sie auch bis zu 30 Atmosphären fortgesetzt, wenn nicht die Glasröhre des Manometers durch einen Stoß zerbrochen wäre. Weiter zu gehen wagte Hr. Regnault nicht, da der Apparat zu viele Zeichen einer bedeutenden Einwirkung des starken Druckes zeigte; die Construktion eines neuen Apparates würde aber zu viel Kosten verursacht haben. — Hr. Regnault beschreibt einen solchen, bei Drucken von 20 — 25 — 30 und mehr Atmosphären anwendbaren Apparat und bemerkt, daß dann natürlicher Luftzug für die Kesselfeuerung nicht mehr hinreichend sei, sondern durch künstlichen (Gebläse, Exhaustoren) ersetzt werden müsse.

In den folgenden beiden Tabellen werden verschiedene von den, mit dem großen Apparat angestellten Beobachtungen mitgetheilt, und zwar in der ersten nur mit Quecksilber-Thermometer gemachten und in der letztern die mit dem Luft- und dem Quecksilber-Thermometer angestellten.

Quecksilber-Thermometer. Grade.	Elasticität des Wasserdampfes. Millimeter.	Die Elasticität um 760 Millim. vermindert.
99,89	756,79	
106,81	962,16	202,16
115,15	1271,51	511,51
121,25	1540,36	780,36
126,24	1796,98	1036,98
130,33	2030,23	1070,23
135,98	2390,00	1630,00
138,39	2561,68	1801,08
143,07	2923,52	2163,52
145,62	3128,36	2368,36
147,88	3330,65	2570,65
150,29	3545,71	2785,71

Luft-Thermometer Grad C.°	Quecksilber-Thermometer Grad C.	Differenz zwischen beiden.	Elasticität des Wasserdampfes. Millimeter.	Die Elasticität um 760° vermindert. Millimeter.
99,75	99,75	0,00	753,24	
125,71	125,79	0,08	1778,95	1018,95
134,51	134,73	0,22	2316,10	1556,10
139,01	139,17	0,16	2626,37	1866,37
145,26	145,54	0,28	3127,35	2367,35
149,56	149,90	0,34	3515,99	2755,99
153,90	154,32	0,42	3944,86	3184,86
157,32	157,76	0,44	4309,15	3549,15
161,16	161,68	0,52	4757,37	3997,37
163,83	164,38	0,55	5089,17	4329,17
167,40	168,01	0,61	5354,83	4794,83

Herr **Regnault** hat die Versuche, welche er über die Elasticität des Wasserdampfes angestellt, auf einer sehr großen Tafel seines Werkes graphisch dargestellt und zwar zwischen den Temperaturen — **32°** und **+ 231°**. Die Temperaturen sind als Abscissen angenommen, während die Ordinaten die entsprechenden Elasticitäten darstellen.

Wir machen nur einige Bemerkungen über die **Berechnung der Interpolations-Formeln**. Wir kennen bis jetzt das theoretische Gesetz, welches die Elasticität der Dämpfe mit den Temperaturen verbindet, nicht. Dieses Gesetz läßt sich nicht unmittelbar aus den Versuchen entwikkeln, die wir hier beschrieben haben und eben so wenig aus denen, die Hr. **Regnault** später mit anderen Flüssigkeiten angestellt hat. — Mehre bedeutende Physiker wie **Dalton, Faraday, Prony, Young, Dulong, Arago, Roche, Clapeyron, August, Wrede, Holtzmann, Watt** und **Biot**, haben es versucht Formeln aufzustellen, von denen die von **Roche** die einfachste und zweckmäßigste ist. Hr. **Regnault** führt sie auf, discutirt sie und leitet nun eine Reihe von Interpolations-Formeln ab, mittelst denen er mehre Tabellen über die Elasticität der Wasserdämpfe berechnet hat, von welchen wir die nachstehende, als die wichtigste für die Technik und besonders für die Dampfmaschinenlehre mittheilen.

Grade	Spannung	Differenz für 0,1°	Grade	Spannung	Differenz für 0,1°.
	Millimeter	Millimeter		Millimeter	Millimeter
85,0	433,04		86,7	462,80	
85,1	434,75	1,71	86,8	464,60	1,80
85,2	435,46	1,71	86,9	466,41	1,81
85,3	438,17	1,71	87,0	468,22	1,81
85,4	439,89	1,72	87,1	470,04	1,82
85 5	441,62	1,73	87,2	471,87	1,83
85,6	443,35	1,73	87,3	473,70	1,83
85,7	445,09	1,74	87,4	475,54	1,84
85,8	446,84	1,75	87,5	477,38	1,84
85,9	448,59	1,75	87,7	479,23	1,85
86,0	450,34	1,75	87,6	481,08	1,85
86,1	452,10	1,76	8,78	482,94	1,86
86,2	453,87	1,77	87,9	484,81	1,87
86,3	455,64	1,77	88,0	486,69	1,88
86,4	457,42	1,78	88,1	488,57	1,88
86,5	459,21	1,79	88,2	490,45	1,88
86,6	461,00	1,79	88,3	492,34	1,88
86,7	462,80	1,80	88,4	494,24	1,89

Grade	Spannung	Differenz für 0,1°	Grade	Spannung	Differenz für 0,1°
	Millimeter	Millimeter		Millimeter	Millimeter
88,4	494,24		94,7	626,79	
88,5	496,15	1,90	94,8	629 11	2,30
88,6	498,06	1,91	94,9	631,44	2,33
88,7	499,98	1,91	95,0	633,78	2,33
88,8	501,90	1,92	95,1	636,12	2,34
88,9	503,82	1,92	95,2	638,47	2,35
89,0	505,76	1,92	95,3	640,83	2,36
89,1	507,70	1,94	95,4	643,19	2,36
89,2	509,65	1,95	95,5	645,57	2,38
89,3	511,60	1,95	95,6	647,95	2,38
89,4	513,56	1,96	95,7	650,34	2,39
89,5	515,53	1,97	95,8	652,73	2,39
89,6	517,50	1,97	95,9	655,13	2,40
89,7	519,48	1,98	96,0	657,54	2,41
89,8	521,46	1,98	96,1	659,95	2,41
89,9	523,45	1,99	96,2	662,37	2,42
90,0	525,45	2,00	96,3	664,80	2,43
90,1	527,45	2,00	96,4	667,24	2,44
90,2	529,46	2,01	96,5	669,69	2,45
90,3	531,48	2,02	96,6	672,14	2,46
90,4	533,50	2,02	96,7	674,60	2,46
90,5	535,53	2,03	96,8	677,07	2,47
90,6	537,57	20,4	96,9	679,55	2,48
90,7	539,61	2,04	97,0	682,03	2,48
90,8	541,66	2,05	97,1	684,52	2,49
90,9	543,72	2,06	97,2	687,02	2,50
91,0	445,78	2,06	97,3	689,53	2,51
91,1	547,85	2,07	97,4	692,04	2,51
91,2	549,92	2,07	97,5	694,56	2,52
91,3	552,00	2,07	97,6	697,08	2,52
91,4	554,09	2,08	97,7	699,61	2,53
91,5	556,19	2,09	97,8	702,15	2,54
91,6	558,29	2,10	97,9	704,70	2,55
91,7	560,39	2,10	98,0	707,26	2,56
91,8	562,51	2,10	98,1	709,82	2,56
91,9	564,63	2,12	98,2	712,39	2,57
92,0	566,76	2,12	98,3	714,97	2,58
92,1	568,89	2,13	98,4	717,56	2,59
92,2	571,03	2,13	98,5	720,15	2,59
92,3	573,18	2,14	98,6	722,75	2,60
92,4	575,34	2,15	98,7	725,35	2,60
92,5	577,50	2,16	98,8	727,96	2,60
92,6	579,67	2,16	98,9	730,58	2,61
92,7	581,84	2,17	99,0	733,21	2,62
92,8	584,02	2,17	99,1	735,85	2,63
92,9	586,20	2,18	99,2	738,50	2,64
93,0	588,41	2,19	99,3	741,16	2,65
93,1	590,61	2,20	99,4	743,83	2,66
93,2	592,82	2,21	99,5	746,50	2,67
93,3	595,04	2,22	99,6	749,18	2,67
93,4	597,26	2,22	99,7	751,87	2,68
93,5	599,49	2,23	99,8	754,57	2,69
93,6	601,72	2,23	99,9	757,28	2,70
93,7	603,97	2,25	100,0	760,00	2,71
93,8	606,22	2,25	100,1	762,73	2,72
93,9	608,48	2,26	100,2	765,46	2,73
94,0	610,74	2,26	100,3	768,20	2,74
94,1	613,01	2,27	100,4	771,95	2,75
94,2	615,29	2,28	100,5	773,71	2,76
94,3	617,58	2,29	100,6	776,48	2,77
94,4	619,87	2,29	100,7	779,26	2,78
94,5	622,17	2,29	100,8	782,04	2,78
94,6	624,48	2,30	100,9	784,83	2,79
94,7	626 79	2,30	101,0	787,63	2,80

IX. Die latente Wärme des Wasserdampfs bei Sättigung unter verschiedenem Druck. *)

Hr. Regnault will in dieser Abhandlung die Wärmemenge bestimmen, die man 1 Kilogr. Wasser von 0° zuführen muß um es unter verschiedenen Drucken in gesättigten Dampf zu verwandeln; diese Wärmemenge ausgedrückt durch die Zahl von Kilogr. flüssigen Wassers, welche durch sie von 0° auf 1° C erwärmt werden können.

Der Schotte Black machte zuerst, gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts, die wichtige Beobachtung, daß bei der Wasserdampf-Bildung eine große Wärmemenge absorbirt wird, auch suchte er dieselbe zu messen. Weitere Versuche über diesen Gegenstand machten Watt, Rumford, Ure, Gay, Lussac, Clement und Desormes, Southern, Desprez und Brix u. m. A.

Als Resultat der Versuche, deren Beschreibung hier deshalb nicht geht, weil sie zu weitläufig und ohne Abbildungen gar nicht möglich sein würde, theilen wir hier folgendes mit:

Nach dem Watt'schen Gesetz ist die Wärmemenge, welche man 1 Kilogr. flüssigen Wasser von 0° zu seiner Verwandlung in gesättigten Dampf ertheilen muß, für jeden Druck gleich. Diese Wärmemengen müssen also constant sein, oder wenigstens nur die zufälligen, aus den Fehlern der Versuche entspringenden Schwankungen zeigen. Allein diese Zahlen wachsen mit dem Druck vollkommen von 610 an, dem Werth der Gesammtwärme des Wasserdampfs unter einem Druck von 0,01 Atmosphären bis zu 666, dem Werth derselben Größe, unter dem Druck von 13,6 Atmosphären.

Das Southern'sche Gesetz besagt dagegen, daß die Gesammtwärme weniger die sensible, vom Thermometer anzeigte, kurz die Wärme, welche man gewöhnlich latente Verdampfungswärme nennt, constant sei unter allen Drucken.

Wäre das Southern'sche Gesetz richtig, so müßten die Zahlen dieser Spalten constant sein; allein man sieht, daß sie stufenweis abnehmen, von 560, welche dem Druck von 0,2 Atmosphären entspricht, bis zu 471, welche dem Druck von 13,6 Atmosphären angehört, oder gar von 600 bis 714, wenn man den Werth 610 — 10, welcher der Temperatur 10° entspricht, mit hinzuzieht.

Das Southern'sche Gesetz entfernt sich also noch mehr als das Watt'sche von den Resultaten der directen Erfahrungen.

Es wäre daher das wahre Gesetz der Gesammtwärme des gesättigten Wasserdampfs aufzusuchen; allein Hr. Regnault glaubt nicht, daß diese Untersuchung jetzt mit einiger Aussicht auf Erfolg angestellt werden kann, denn es fehlen

*) Original S. 635 bis S. 728. — Poggendorff's Annalen, Bd. 78, S. 196 x. und S. 523 x.; vollständige Uebersetzung.

uns noch mehrere Elemente, deren Kenntniß zur Lösung des Problems absolut nothwendig erscheint. Wesentlich nothwendig scheint die Kenntniß des Gesetzes, welches die Dichtigkeit des gesättigten und nicht gesättigten Dampfes unter verschiedenem Druck und bei verschiedener Temperatur regelt.

Gewöhnlich nimmt man an, daß sich die Dichtigkeiten des gesättigten und nicht gesättigten Dampfes bei constanter Temperatur, nach dem Mariott'schen Gesetz, berechnen lassen, und daß, unter gleichem Druck, aber bei verschiedenen Temperaturen, die Volume des nicht gesättigten Dampfes in der Annahme berechnet werden können, der Dampf dehne sich, wie auch seine Dichtigkeit sein möge, für jeden Temperaturgrad um denselben Bruchtheil seines Volums bei 0° aus, um welchen sich für dasselbe Temperatur-Intervall die atmosphärische Luft ausdehnt, wenn sie Dichtigkeit hat, die sie unter dem Druck einer einzigen Atmosphäre besitzt. Die verschiedenen Untersuchungen des Hr. Regnault aber, deren Hauptresultate wir in den verschiedenen Abschnitten dieses Aufsatzes mitgetheilt haben, machen es sehr wahrscheinlich, daß diese Hypothesen weit von der Wirklichkeit abweichen, und es ist daher unerläßlich, diese Verhältnisse durch directe Erfahrungen mit Sicherheit festzustellen.

Die in dieser 9. Abhandlung auseinandergesetzten Messungen geben uns die Wärmemenge, welche ein Kilogramm Wasserdampf bei Sättigung, unter verschiedenem Druck, folglich bei verschiedener Temperatur, abgiebt, wenn er in den Zustand des flüssigen Wassers von 0° zurückgeführt wird. Allein es scheint überdies wesentlich, die Wärmemenge zu kennen, die ein Kilogramm nicht gesättigten Wasserdampfs bei verschiedener Temperatur, unter verschiedenem Druck, unter gleichen Umständen abgiebt. Dies wird Gegenstand einer künftig Abhandlung sein, welche Hr. R. neue Untersuchungen über die specifische Wärme permanenter Gase und über die von ihnen bei der Zusammendrückung entwickelten Wärme hinzufügen werde.

Diese Data schienen Hr. R. durchaus nothwendig, ehe man das physische Gesetz der Spannkraft des Wasserdampfs bei verschiedener Temperatur und daß der Gesammtwärme, welche der Dampf unter bestimmten Umständen enthält, auf eine rationelle Weise zu bestimmen suchen kann.

Allein, wie auch das Gesetz sein möge, welches die gesammte Wärmemengen mit den Temperaturen verbindet, so kann man es immer, innerhalb der Grenzen der Regnault'schen Versuche, numerisch nach steigenden Potenzen von t entwickeln und annehmen:

$$\lambda = A + BT + CT^2 + DT^3 + \ldots$$

wobei A, B, C, D, . . . constante Coefficienten sind.

Setzt man $\lambda = A$, so hat man das Watt'sche Gesetz, dessen Unrichtigkeit durch die Regnault'schen Versuche erwiesen ist. Er hat es versucht, ob man seine Versuche durch eine Formel mit 2 Gliedern:

$$\lambda = A + B\,I.$$

mit hinlänglicher Genauigkeit ausdrücken könne.

Wir haben angenommen, es sei die Gesammtwärme in gesättigtem Wasserdampf bei der

Temperatur	$+ 10°$ C.	610 Einheiten.
„	$+ 63°$ C.	625 „
„	$+ 100°$ C.	637 „
„	$+ 195°$ C.	666 „

Aus den beiden letzten Werthen, die Hr. R. für vollkommen sicher hält, berechnet er die Constanten A und B und fand

$$A = 606{,}5 \qquad B = 0{,}305$$

so daß die numerische Formel ist

$$\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ T.$$

Diese Formel gibt für die Temperaturen $+ 10°$ C. und $+ 63°$ C. genau die beobachtete Gesammtwärme wieder; denn sie gibt

für $+ 10°$ die Formel: $\lambda = 609{,}6$, d. Vers.: $\lambda = 610{,}0$
„ $+ 63°$ „ „ $625{,}2$, „ „ $625{,}0$

Ueberdies ist es klar, daß für die verschiedenen Temperaturen, unter denen Versuche für Drucke bis 14 Atmosphären und für solche unter einer angestellt wurden, und die Unterschiede zwischen den Zahlen der Formeln und denen der Versuche niemals die wahrscheinlichen Beobachtungsfehler übertreffen. Man kann also annehmen, daß obige numerische Formel die Regnault'schen experimentellen Bestimmungen genügend darstellte, zumal die Versuche keiner so großen Genauigkeit fähig sind, daß es nützlich sein könnte, eine dreigliedrige Formel zu Hülfe zu nehmen.

Provisorisch nehmen wir also die Formel

$$\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ T$$

als Ausdruck des numerischen Gesetzes der Erscheinung, erwartend, daß ein tieferes Studium der Eigenschaften des Dampfs uns die Aufstellung des wahren physischen Gesetzes erlauben werde.

Nach dieser Formel ist die Gesammtwärme, welche in einem Kilogr. gesättigten Wasserdampfs von der Temperatur T enthalten ist, gleich der Wärmemenge, die ein Kilogramm gesättigten Wasserdampfs von 0° beim Uebergang in flüssiges Wasser von 0° abgibt, vermehrt um das Produkt 0,325 T. Der Bruch 0,305 ist demnach eine eigenthümliche Wärmeeapacität des Wasserdampfs, verschieden von den Wärmecapacitäten der Gase bei constantem Volum oder bei constantem Druck, aber innigst verbunden mit diesen. Es ist die Wärmemenge, die man einem Kilogramm gesättigten Wasserdampfs ertheilen muß, um seine Temperatur um 1° C. zu erhöhen, sobald man zugleich diesen Dampf zusammendrückt, damit er im Sättigungszustand verbleibe.

Mittelst obiger Formel hat Hr. Regnault folgende Tafel berechnet:

Temperaturen des gesättigten Dampfs	Entsprechende Spannkräfte in Millimetern	in Atmosphären	Gesammtwärme Grade C.
0°	4,60	0,006	606,5
10	9,16	0,012	609,5
20	17,39	0,023	612,6
30	31,55	0,042	615,7
40	54,91	0,072	618,7
50	91,98	0,121	621,7
60	148,79	0,196	624,8
70	233,09	0,306	627,8
80	354,64	0.466	630,9
90	525,45	0,691	633,9
100	760,00	1,000	637,0
110	1075,37	1,415	640,0
120	1491,28	1,962	643,1
130	2030,28	2,671	646,1
140	2717,63	3,576	649,2
150	3581,23	4,712	652,2
160	4651,62	6,120	655,3
170	5961,66	7,844	658,3
180	7546,39	9,929	661,4
190	9442,70	12,425	664,4
200	11688,96	15,380	667,5
210	14324,80	18,848	670,5
220	17390,36	22,882	673,6
230	20926,40	27,535	676,6

X. Die specifische Wärme des flüssigen Wassers bei verschiedenen Temperaturen. *)

Die Versuche die Hr. Regnault in der vorhergehenden Abhandlung beschrieben hat, bezweckten die Bestimmung der Wärmemengen, die man einer Kilogramme flüssigen Wassers von 0° ertheilen muß, um es unter verschiedenen Drucken in gesättigten Dampf zu verwandeln. Allein diese Mengen zerfallen in 2 verschiedene Theile. Die erste ist die Wärmemenge, die man dem flüssigen Wasser von 0° geben muß, um seine Temperatur bis zu dem Punct zu erheben, wo die Zustandsänderung eintritt, und der zweite ist die, die bei dem Uebergange aus dem flüssigen Zustande in den dampfförmigen als latent absorbirt wird. Gemeiniglich nehmen die Physiker an, der erste Theil werde durch die Zahl vorgestellt, welche die Temperatur des Dampfes ausdrückt, oder anders gesagt, die Wärmeeapacität des flüssigen Wassers sei constant, d. h. man brauche um eine Kilogramme Wasser von der Temperatur 0° auf die Temperatur 1° zu erheben, dieselbe Wärmemenge, als um diese Wassermenge von 100° auf 101°, oder von 200° auf 201° zu bringen. Hr. Regnault hat indeß gezeigt, daß bei gewissen Flüssigkeiten die specifische Wärme rasch mit der Temperatur steigt. Er fand nämlich, daß die mittlere specifische Wärme des Terpentinöls, welche zwischen 15 und 25 etwa 0,420 ist, zwischen 20° und 100° schon auf 0,467 steigt.

Diese Zunahme der Wärmeeapacität ist wahrscheinlich besonders sehr beträchtlich bei den Flüssigkeiten, deren Ausdehnungscoefficient bedeutend ist und rasch mit der Tempe-

*) Original. SS. 729 bis 748. — Poggendorffs Annalen, Bd. 79, S. 241 rc.; vollständige Uebersetzung.

ratur steigt. Man hat also beim Wasser eine weit geringere Veränderung zu erwarten, als beim Terpentinöl.

Schon früher hat sich Hr. Regnault bemüht, die mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 15° und 100° zu bestimmen. Er fand die beiden Zahlen

1,00709 1,00890.

Dieselben waren hinreichend, zu zeigen, daß die specif. Wärme zwischen 10° und 100° keine sehr bedeutende Zunahme erfahre. Es handelt sich nun darum, dasselbe Element bis zu der Temperatur 200° zu bestimmen. Hr. Regnault hat dazu ein Verfahren erdacht, welches ihm vollkommene Genauigkeit zu versprechen schien, ein Verfahren, welches wir jedoch ohne Abbildungen nicht näher beschreiben können, und uns daher begnügen müssen, die gefundenen Resultate mitzutheilen.

Nimmt man die mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 0° und 30° C. zu 1000 an, so wird sie zwischen 30° und 110° C. ungefähr 1005, und zwischen 30° und 190° C. beinahe 1015. Die Zunahme ist also schwach, so daß man sie in den meisten Fällen vernachlässigen kann, besonders wenn das Wasser nicht über 100° erhitzt wird.

Die geringe Veränderung, welche die Wärmecapacität des Wassers mit der Temperatur erleidet, ist ein glücklicher Umstand für die Messung der specifischen Wärme der Körper durch die Mengungsmethode, denn sie gestatten die Annahme, daß die Wärmecapacität des Wassers im Calorimeter constant bleibe zwischen den immer sehr nahe liegenden Temperaturgrenzen, welche bei unsern Versuchen erreicht werden. Diese Hypothese ist nicht mehr zulässig, sobald das Calorimeter eine Flüssigkeit wie Terpentinöl einschließt, deren specifische Wärme rasch mit der Temperatur wächst.

Mittelst der vorstehenden Daten ist es leicht eine Interpolationsformel zu berechnen, welche angiebt, wie viel Wärmeeinheiten ein bis zur Temperatur T erwärmtes Kilogramm Wasser beim Erkalten auf 0° entläßt, wenn unter Wärmeeinheit diejenige Wärmemenge verstanden wird, die ein Kilogr. Wasser von 0° absorbirt, um sich auf 1° zu erwärmen. Diese Wärmemenge kann dargestellt werden durch die Formel:

$$Q = T + AT^2 + BT^3.$$

Nach den vorstehenden Versuchen werden wir annehmen, daß zwischen 0° und 100° C. die mittlere specifische Wärme des Wassers = 1,005 sei, und zwischen 0° und 200° = 1,016.

Ein Kilogramm Wasser entläßt also beim Herabsinken von 100° C auf 0° . . . . . . 100,5 Wärmeeinheiten
„ 200° „ „ 0° . . . . . . 203,2 „

Mittelst dieser Werthe von Q kann man die Werthe der Constanten berechnen und findet dadurch

$$Q = T + 0,00002 \,.\, T^2 + 0,0000003 \,.\, T^3.$$

Die Wärmemenge, welche ein Kilogr. Wasser bei der Temperatur T absorbirt, um sich um 1° zu erwärmen, wird gegeben sein durch den Ausdruck:

$$\frac{d\,Q}{d\,T} = 1 + 0,00004 \,.\, T + 0,0000009 \,.\, T^2.$$

Mittelst dieser beiden Formeln hat Hr. Regnault die folgende Tabelle berechnet, welche von 10 zu 10 Graden des Luftthermometers angiebt: 1. die Wärmemengen Q, welche ein Kilogramm Wasser von T° verschluckt, wenn es in die Temperatur (T + d T,° übergeht.

Subtrahirt man die Wärmemengen Q, welche ein Kilogramm Wasser von T° beim Herabsinken auf 0° entläßt, von den Gesammt-Wärmemengen, welche ein Kilogramm eines bei T° gesättigten Wasserdampfs beim Uebergang in flüssiges Wasser von 0° entläßt, so erhält man drei Wärmemengen, welche ein Kilogramm eines bei T° gesättigten Wasserdampfs ausgiebt, um in flüssiges Wasser von der Temperatur T° überzugehen. Diese letzteren Mengen, welche man gewöhnlich latente Wärmen des Dampfes nennt, sind in der Spalte (5) der folgenden Tafel enthalten.

Temperatur des Luftthermometers T	Wärmeeinheiten entlassen von 1 Kilogr. Wasser b. Erkalten v T° auf 0° Q	Mittlere specif. Wärme des Wassers zwischen 0° und T°	Specif. Wärme des Wassers v. T bis T + dT $\frac{d\,Q}{d\,T}$	Latente Wärme des bei der Temperatur T gesättigten Dampfs
0°	0,000		1,0000	606,5°
10	10,002	1,0002	1,0005	599,5
20	20,010	1,0005	1,0012	592,6
30	30,026	1,0009	1,0020	585,7
40	40,051	1,0013	1,0030	578,7
50	50,087	1,0017	1,0042	571,6
60	60,137	1,0023	1,0056	564,7
70	70,210	1,0030	1,0072	557,6
80	80,282	1,0035	1,0089	550,6
90	90,381	1,0042	1,0109	543,5
100	100,500	1,0050	1,0130	536,5
110	110,641	1,0058	1,0153	529,4
120	120,806	1,0067	1,0177	522,3
130	130,997	1,0076	1,0204	515,1
140	141,215	1,0087	1,0232	508,0
150	151,462	1,0097	1,0262	500,7
160	161,741	1,0109	1,0294	493,6
170	172,052	1,0121	1,0328	486,2
180	182,398	1,0133	1,0364	479,0
190	192,779	1,0146	1,0401	471,6
200	203,200	1,0160	1,0440	464,3
210	213,660	1,0174	1,0481	456,8
220	224,162	1,0189	1,0524	449,4
230	234,708	1,0204	1,0568	441,9

Schließlich bemerkt Referent noch, daß er mit einer vollständigen Deutschen Uebersetzung von diesen klassischen Werke beschäftigt ist.

Bemerkungen
über öffentliche Arbeiten in England, gesammelt auf einer Reise im Jahre 1846 von dem französischen Ingenieur **Malezeiux.**

(A. d. Annales des Ponts et Chaussées, Mai- und Juniheft 1849.)

(Fortsetzung.)

Spurweite der Eisenbahnen.

Auszug aus dem Bericht, der dem Parlament über diesen Gegenstand eingereicht wurde.

(Da dieser Bericht bereits im 1. Bande des Ingenieurs, Seite 42 bis 74 mitgetheilt worden ist, so verweisen wie darauf.)

Die Irländischen Eisenbahnen.

Da über die Irländischen Eisenbahnen noch wenig sichere Nachrichten vorliegen, so wollen wir hier einige Bemerkungen darüber machen. Die jetzt im Betriebe befindlichen Bahnen sind folgende, und haben eine Länge von etwa 200 Kilometern: Von Dublin nach Kingstown und Dalkey, von Dublin nach Carlow, von Dublin nach Drogheda und Hodwth, endlich von Belfast nach Portadown.

1. Die Bahn von Dublin nach Carlow hat fast gar keine künstlichen Baue, der einzige von einiger Wichtigkeit ist ein Einschnitt in der Nähe von Dublin. Die Bahn ist der Anfang von einer Linie, die in 3 Verzweigungen zerfällt, und Dublin in Verbindung mit Cashel, Cork und Limerick bringt. Man nennt in Irland diese vereinigte Bahn die große Süd- und Westbahn.

Die Bahn von Dublin nach Drogheda geht auf einem Theil ihres Laufs das Meeresufer entlang, und enthält mehrere Viaducte, die nach amerikanischen System, die einen aus Holz und die andern aus Schmiedeeisen bestehen.

Die kleine Stadt Hodwth, nach welcher ein Zweig der Drogheda-Bahn ausläuft, ist ein Hafen, der, wenn man ihn verbessert hat, eine größere Tiefe als der von Kingstown gewährt, und daher ein besserer Ankerplatz für die nach Dublin bestimmten Schiffe ist.

Die Bahn von Drogheda nach Portadown ist die zuletzt im Bau begriffene.

2. Der Ober-Ingenieur für die 650 Kilometer langen Eisenbahnen, die Irland erhalten soll, ist Sir John Macneill, den die verschiedenen Gesellschaften diesen Posten anvertraut haben. Er hat auf eine sehr zweckmäßige Weise, alle bei den englischen Eisenbahnen gemachten Erfahrungen und Verbesserungen benutzt. Er hat bei diesen Eisenbahnlinien viele Ersparungen eingeführt, die durchaus erforderlich waren, um einen wohlfeilen Transport zu erzielen, und um die Bahn einer so armen Bevölkerung zugänglich zu machen. Das Kilometer von diesen Bahnen kostet 220,000 Fr. während eine gleiche Strecke in England etwa 450,000 Fr. kostet.

Hr. Macneill hat bei der von ihm geleiteten Eisenbahnbauten folgende Organisation angenommen:

Auf einer Länge von 64 Kilometer ist ein Bezirks-Ingenieur angestellt, der wiederum 4 sogenannte Resident-Engineers unter sich hat, von denen jeder einer Bahnlänge von 16 Kilom. vorsteht. Jeder von diesen hat wiederum 2 Ingenieur und 2 Inspectoren unter sich, von denen einer die Erdarbeiten, und der andere die Mauerarbeiten beaufsichtigt.

3. Die für alle Irischen Eisenbahnen vorgeschriebene Spurweite beträgt 1,58 Meter.

Die Schienen sind sogenannte hohle Brückenschienen, die auf Querschwellen liegen, welche durch Maschinen zugeschnitten werden. Diese Maschinen sind eine sehr sinnreiche Erfindung des Hr. Macneill.

4. Auf der Drogheda-Bahn, wendet man auf kurzen Bahnstrecken Locomotiven an, deren hinterer Theil verlängert ist, so daß sie auch die erforderlichen Koaks und das nöthige Speisewasser mit sich führen, und man keinen besondern Tender nöthig hat.

Atmosphärische Eisenbahnen.

(Ueber das Für und Wider dieser Bahnen ist bereits so viel geschrieben, und die Sache so bestimmt erledigt, daß wir hier darüber weg gehen können.)

II. Abschnitt.

Verschiedene Bemerkungen.

Wasserbauten.

Es sind neuerlich in England so bedeutende Wasserbauten in Angriff genommen worden, daß es wohl der Mühe werth ist, einige Bemerkungen darüber zu machen.

Liverpool.

1. Bis zum Jahre 1846 hatte der Hafen von Liverpool 4 Bassins, die bei niedriger Ebbe trocken waren, 3 Bassins, in welchen man bei halber Ebbe einfahren konnte, 13 wet docks, die stets mit Wasser gefüllt bleiben und 8 graving docks, oder Bassins, in denen Schiffe reparirt werden, und die man mit Pumpen trocken legen kann. Im Juli 1848 wurde ein neues Bassin, nach dem Prinzen Albert benannt, eröffnet, allein alle diese Docks sind bei der stets zunehmenden Bedeutung des Hafens zu gering, und man hat daher neuerlich eine Vergrößerung derselben nach einem sehr großen Maaßstabe vorgenommen. Diese Erweiterung liegt nordwärts von den ersten Hafen und besteht aus einem

trocknen, 11 Wasser-, und 4 Bassins zur Reparatur der Schiffe. Auch bringt man zwischen den alten Bassins noch 3 neue an.

Der Hafen von Liverpool wird demnach demnächst 47 verschiedene Becken haben, die an dem Mersey-Fluß eine ununterbrochene Länge von etwa 5 Kilometern einnehmen.

2. Die neuen Docks werden in buntem Sandstein ausgegraben, und wenn diese Arbeit mehr Mühe und Kosten verursacht, so erspart man anderseits an Wasserhaltungskosten, da die Vertiefungen möglichst trocken bleiben. Die gewonnenen Steine werden zu den Mauern an den Quais und an den Schleußen, nebst Granit und Ziegelsteinen verwendet.

3. Die Mauern von den Quais der Bassins stehen gewöhnlich auf dem bunten Sandstein, der stufenartig zugeführt, ihnen bis zu verschiedener Höhe, als Fundament dient. Auf der Landseite haben sie Strebe- oder Wiederlagmauern von 0,60 Meter Dicke, die 1,20 Met. vortreten, sich bis 1,50 Met. unter die Krönung erheben und von Mitte zu Mitte 6 Meter auseinander liegen. Sie haben eine Böschung von etwa $^1/_{10}$ am untern Theile und eine etwas geringere am obern Theile. Letztere ist mit Granitblöcken von 0,30 Meter Höhe und 0,50 — 0,80 M. Länge bekleidet.

Die Quaimauer, die sich längs dem Flusse hinzieht, steht auf einer Pilotirung; die äußere Bekleidung, die eine sehr geringe Böschung hat, besteht aus Granitquadern. Das inere Mauerwerk besteht aus Ziegelsteinen, und ist mit der größten Sorgfalt ausgeführt und sehr regelmäßig gebunden. Die Dimensionen der Ziegelsteine sind 0,115 M., 0,23 M. und 0,075 Meter. Hin und wieder trifft man in der Ziegelsteinmauer, Füllmauerungen aus sehr großen Bruchsteinen, und an gewissen Punkten enthalten die Ziegelsteinmauern Lagen von Granit. An der Krönung hat die Mauer eine Stärke von 1,10 Met. und ihre Stärke nimmt auf der Landseite nach und nach zu, indem bei einer senkrechten Höhe von 1,50 M. ein Absatz von 0,40 M. Breite folgt. Endlich sind die Granitblöcke, welche die Krönung der Mauerbilder, je zwei durch kleine Granitwürfel verbunden, deren Seite etwa 0,08 M. lang ist, die in eine ebenfalls kubische Vertiefung treten, und in denen die Diagonalen nach der Fuge laufen. Verbindungen dieser Art hat man in England bei verschiedenen Mauerungen, die einen großen Widerstand leisten sollen, wie z. B. bei Leuchtthürmen rc. angewendet.

4. Die Seitenmauern der Schleußen bestehen größtentheils aus behauenen Steinen von buntem Sandstein; die Theile, welche eine besondere Festigkeit erfordern, sind mit Granit bekleidet. Bis auf ungefähr 4 Meter von der Krönung sind sie senkrecht und unten nach einer Curve construirt

Die Mauerung verdient hier eine ganz besondere Aufmerksamkeit; man vermeidet jede Regelmäßigkeit in der Größe der Steine, so wie in der Richtung der Fugen, man schlägt die scharfen Kanten weg und sucht aus jedem Block ein unregelmäßiges Poligon zu machen, dessen Seiten sich hier in dieser und dort nach jeder Richtung neigen. Die Zwischenräume sind oft mit sehr kleinen Materialien ausgefüllt, die jedoch mit großer Sorgfalt eingelegt und mit Mörtel verbunden sind. Liegen zwei Granitblöcke an einander, so werden sie mittelst eines kleinen Würfels von Granit oder von sehr festen Ziegelsteinen, auf die weiter oben angegebene Weise verbunden. Man kann sich gar keinen Begriff von dem sonderbaren und wenig angenehmen Ansehen einer Mauer machen, bei welcher die größten Mißverhältnisse zwischen den Dimensionen der Steine und der Verschiedenheit der Farben herrscht, von einer Mauer, an der weder die horizontalen, noch die verticalen Fugen regelmäßig sind. Jedoch hat man hier keineswegs auf das Ansehen, sondern auf weit ernstere Absichten, Rücksicht genommen. Es ist nämlich sehr wesentlich, alle Theile des Mauerwerks ganz fest mit einander zu verbinden. Sieben Wasserleitungen, welche in der Dicke einer jeden von den Futtermauern angebracht worden sind, laufen in den Eingang der Schleußen aus, und dienen zur Entleerung derselben. Diese Kanäle sind mit dem höher liegenden Bassins mittelst eines Schutzes in Verbindung gesetzt, der durch eine Winde bewegt wird und in Falzen von Granit läuft.

5. Bis neuerlich hat Liverpool nur 2 Docks für Dampfschiffe gehabt. Die größten laufen in den Coburg-Dock ein, der besonders für sie bestimmt ist, wogegen die kleinern im Clarence-Dock zusammen mit Segelschiffen ankern. Der Coburg-Dock wurde besonders für das eben so große als prächtige Dampfschiff der Great-Britain eingerichtet, welches vor einigen Jahren an der Nordküste Irlands zu Grunde ging. Man machte die Eingangsschleuße zu den Coburg-Dock 21 M. weit; bei allen neuen Bassins übersteigt diese Breite jedoch 18 M. nicht, indem es in der ganzen englischen Marine nur sehr wenig Dampfschiffe giebt, deren Breite 18 M. übersteigt, und da man in der Folge immer nur schmälere Dampfschiffe bauen wird. Dies ist wennigstens die Meinung des Hr. Hartley, wogegen wir weiter unten sehen werden, daß die Ingenieure zu Birkenhead annehmen, man müsse die Schleußen 21 Meter weit machen. Alle diese Ingenieure stimmen wenigstens darin überein, daß die Schrauben-Dampfschiffe keine bedeutende Zukunft haben werden, wenigstens für die Handelsmarine, und daß man daher nicht darauf rechnen dürfe, die Schiffe durch Wegbleiben der Ruderräder, schmäler zu machen; denn diese Ruderräder sind es eigentlich, welche die Dampfschiffe im Verhältniß zu den Segelschiffen so breit machen und einen so breiten Eingang der Schleußen bedingen.

6. Uebrigens scheinen die englischen Ingenieure durchaus nicht wegen Construction und Bewegung sehr breiter Schleußenthore in Verlegenheit zu sein. Zu den Oeffnen und Schließen der Thore wendet man gewöhnlich eine Winde mit horizontaler Welle an, deren Kette senkrecht in einen Schacht niedergeht, unten über eine Rolle läuft und in horizontaler Richtung bis nach dem Schleußenthor geht, und zwar 0,60 M. über die Soole der Kammer. Jedes Thor ruht auf einer eisernen Rolle von 0,50 M. Durchmesser, welche ein Segment von demselben Metall durchläuft, das in der Kammersoole eingelassen ist. Alle Schleußenthore der neuen Docks bestehen gänzlich aus Holz.

7. Die ältern Docks zu Liverpool haben mit Ausnahme des Prinzeß-Dock, keine Magazine unmittelbar an den Quais, sondern sie sind mit Schoppen umgeben, die von dem Rande des Bassins 2—3 Met. entfernt sind. Diese Schoppen sind 5—12 Met. breit und rings um dieselben bleibt ein Raum von 12 Met. Breite, für den Verkehr der Wagen u. s. w. Das ganze Dock ist mit einer Mauer umschlossen. Anders ist es bei dem Albert-Dock, dessen Bassin rings um von Magazinen umgeben ist, die feuerfest, nur aus Ziegelsteinen, Guß- und Schmiedeeisen erbaut sind. Diese Magazine bestehen aus einem Erdgeschoß, in gleicher Sohle und 4 Stockwerken. Das Erdgeschoß bildet einen großen Schoppen von 5 Met. Höhe; er hat 5 Reihen gußeiserne Säulen, welche die oberen Stockwerke tragen. Die Säulen am Rande des Quai sind durch platte Eisenstäbe verbunden, mit Ausnahme einiger Zwischenräume, welche eliptische Bogen enthalten. Die Krahne zum Entladen der Schiffe können von außen bis ins Innere des Gebäudes gebracht werden, indem sie durch die Bogen durchgehen. Architectonische Verzierungen hat man nicht angebracht.

Die Futtermauern des Bassins enthalten keine Prellpfähle gegen die Stöße der Schiffe, indem man dieselben für unnöthig erachtet hat.

Die gußeisernen Drehbrücken, die Krahne, die Vorrichtungen zur Befestigung der Schiffe u. s. w., enthalten nichts Eigenthümliches.

Birkenhead.

1. Wenn man das Ganze der neuen Docks betrachtet, die neuerlich in Liverpool angelegt worden sind, so wird man zu der Frage veranlaßt, ob dort etwa die Flotten aus der ganzen Welt zusammenkommen wollten. Diese riesigen Arbeiten geben jedoch durchaus noch keinen Maaßstab für die Hoffnungen und Speculationen, welche auf das steigende Gedeihen dieser stets zunehmenden reichen Stadt gegründet sind. Nun sehe man aber, was sich am andern Ufer des Mersey, fast wie durch einen Zauber erhebt! Es ist eine neue Stadt, von der vor 20 und einigen Jahren noch nicht einmal der Name existirte, die vor 15 Jahren kaum 10000,

die aber jetzt bereits über 30000 Einwohner hat. Im Jahre 1846 hatte Birkenhead noch kein einziges Bassin, kaum einige Ankerpunkte für die Dampfböte, welche Sonntags die Arbeiterklasse aus Liverpool nach den dortigen Vergnügungspunkten führten. Nach einigen Jahren wird aber die neue Stadt einen vollständigen Hafen haben, einen Hafen, fast eben so bedeutend, wie der Liverpooler, so daß Schiffe aus allen Theilen der Welt dort ankern können. Da dieser Hafen, obschon von mehreren Actien-Gesellschaften, nach einem großen Plan ausgeführt wird, so wird er sich durch um so größere Regelmäßigkeit gegen den ältern Hafen von Liverpool auszeichnen.

2. Birkenhead liegt wie Liverpool an einem Ufer, welches sich rasch in amphitheatralischer Form erhebt. Die Docks werden nicht im festen Gestein ausgehauen, sondern man construirt diese Docks und die ungeheuren Quais für das Entladen der Schiffe, auf Kosten des Mersey-Bettes. Man benutzt auch außerdem eine kleine Bucht, die nördlich von der Stadt Birkenhead vorkommt, und die ein sehr großes Wasserbassin mit Damm und Schleuße zum Verschluß des Einganges, bilden wird.

Alle Quaimauern stehen auf einer Thonschicht, die von zwei Wänden von Pfählen und Bohlen eingeschlossen ist.

Zu Birkenhead wendet man weit weniger Granit an, als zu Liverpool, da er sehr theuer ist; denn das Kubikmeter Cornwallis'er Granit kostet 200 Fr. Man wendet viel blauen Kalkstein an, der nur 37 Fr., und auch bunten Sandstein von Liverpool, der noch 3 mal weniger kostet.

3. Obgleich man kein rasches Verschlemmen des neuen Hafens befürchtet, so hat man doch sehr wirksame Vorrichtungen zur Fortschaffung des Schlammes getroffen. Man hat 2 Systeme von 9 gemauerten Wasserleitungen angebracht. Jeder dieser Canäle hat einen Durchschnitt von 0,39 Quadratmeter, während zwei derselben nur 1,50 Met. von einander entfernt sind. Alle diese Canäle können durch gußeiserne Schütze, die durch eiserne Stäbe verbunden sind, und mittelst einer Winde bewegt, verschlossen werden. Oeffnet man nun alle Canäle auf einmal, so erlangt man eine sehr wirksame Entschlämmung des Hafens. Der Unterschied zwischen der Fluth und der Ebbe beträgt hier 6,00 bis 10,50 Meter.

4. Die 9 Schleußen, die im Bau begriffen waren, erhalten im Allgemeinen 15 Meter Oeffnung, und eine derselben wird 21 Meter Oeffnung weit werden. Die Thore sollen aus Eichenholz bestehen und mit Blech bekleidet werden. Auch wird man es versuchen Schleußenthore anzuwenden, die theils aus Gußeisen und theils aus einem sehr harten Holz bestehen werden, welches aus Afrika kommt. Man glaubt daß diese Thore dicht schließen, sich leicht be-

wegen lassen, und den zerfressenden Einwirkungen des Meereswassers widerstehen werden.

5. Man wird zu Birkenhead alle Quaimauern mit Schutzpfeilern versehen und also gerade das Entgegengesetzte von dem annehmen, was man zu Liverpool verworfen hat.

Alle 9 Docks werden von dicht aneinander liegenden Magazinen umgeben werden.

(Der Schluß dieser interessanten Bemerkungen wird im nächsten Bande folgen).

Apparat

zur Angabe des Wasserstandes in den Dampfkesseln, mittelst einer Glasröhre mit Schwimmer.

Beschrieben von Hrn. **A. Campion** in dem

Bulletin du Musée de l'Industrie; Mai 1850, p. 240 etc.

Nebst den Fig. 4 und 5, Taf. XXVIII.

Die Verordnung der Belgischen Regierung vom 15. Nov. 1846, schreibt die Anordnung gläserner Heberröhren zur Angabe des Wasserstandes in den Dampfkesseln vor.

Offenbar würden diese Heberröhren die besten Wasserstandzeiger sein, wenn sie nicht, ohnerachtet sie aus dem besten Glase bestehen und ohnerachtet der sorgfältigsten Anfertigung und Anbringung, manche Nachtheile hätten, welche ihre Anwendung sowohl für die Besitzer, als auch die Wärter der Dampfmaschinen unzweckmäßig machen.

Wirklich zerbrechen die Glasröhren sehr häufig und die Heizer müssen jeden Augenblick einen Strahl Wasser und Dampf gewärtig sein, wodurch gefährliche Brandwunden veranlaßt werden können. Für Etablissements, welche viele Dampfkessel haben, ist außerdem die häufige Auswechselung der Wasserstandsröhren sehr kostbar.

Die Metallröhren, welche die Kessel mit den gläsernen Röhren verbinden, werden, besonders wenn das Speisewasser unrein ist, sehr leicht verstopft, zumal wenn sich die Niederschläge leicht erhärten.

Alle diese Nachtheile der Wasserstandsröhren haben Hrn. Campion veranlaßt einen Ersatz derselben ausfindig zu machen, welcher alle ihre Vortheile in Beziehung auf eine genaue Angabe gewährt, jedoch nicht die Nachtheile der gewöhnlichen Schwimmer hat, indem die Reibung von deren Stangen in den Stopfbüchsen oft eine Ursach des Hängenbleibens ist.

Der in den Fig. 4 und 5 abgebildete Apparat besteht aus einer Glasröhre A, die senkrecht auf dem Kesseldeckel B angebracht worden ist und die mit dem Kessel nur durch das untere Ende in Verbindung steht. In dieser Röhre, die nur dem Dampf zugänglich ist, bewegt sich eine Stange a von Kupferdraht, an welcher der Schwimmer b aufgehängt ist, der jeder Bewegung des Wasserstandes folgt.

Die Glasröhre ist von einer messingenen Röhre C umgeben, auf welcher sich eine Graduirung befindet. Die metallene Röhre enthält weite Einschnitte oder Durchbrechungen c, so daß man die Schwimmerstange sehen und die Höhe des Wasserstandes im Kessel ablesen kann.

Man hat auch dem Apparat noch Glasscheiben d hinzufügt, welche zwar nicht unentbehrlich sind, aber die Abkühlung der innern Röhre durch die äußere Luft verhindern.

Die Schwimmerstange des Apparats ist mit einem umgekehrten Ventil e versehen, welches in den Sitz eintritt, den der Schraubenbolzen bildet, welcher die Röhre mit dem Kessel verbindet. Dieses Ventil hat den Zweck, die Verbindung zwischen Röhre und Kessel abzuschließen, wenn die Glasröhre zerbricht, welches eine leichte Auswechselung gestattet. Die Oberfläche dieses Ventils muß groß genug sein, so daß der Druck, dem es in diesem Fall unterworfen ist, stets das Gewicht des Schwimmers übertrifft.

Die mit dem Apparat angestellten Versuche bestätigen es, daß im Fall des Bruches der Glasröhre, der Dampf durch die Oeffnung ausströmt und den Schwimmer in seine Bewegung mit hineinzieht; das Ventil kommt alsdann in den Sitz und verschließt die Oeffnung. Da sich, der Theorie nach das Ventil nicht schließen kann, indem es gewöhnlich in einiger Entfernung von seinem Sitz befindlich, und da es von allen Seiten her einem gleichen Druck unterworfen ist; so ist an dem Apparat eine Stange a angebracht, welche von oben her mit der Schwimmerstange verbunden ist, so daß man mittelst des Knopfes an der obern Stange, das Ventil schließen kann, so bald dieser Schluß nicht von selbst folgt. Diese Stange geht oben durch eine Stopfbüchse und dient auch dazu, das Ventil wieder zu öffnen, wenn der Apparat wieder in Wirksamkeit gesetzt wird, sobald eine zerbrochene Glasröhre ausgewechselt worden ist. Man kann daher diese Operation vornehmen, während der Kessel im Betriebe bleibt.

Ein Apparat dieser Art ist seit 9 Monaten bei einem Kessel zu St. Vaast im Betriebe gewesen, ohne in die geringste Unordnung gekommen zu sein.

Ueber einen zur Wasserhebung angewendeten hydraulischen Widder,

von dem Belgischen Brücken- und Straßenbau-Ingenieur **Leblanc** zu La Flèche.

Aus dem Bulletin du Musée de l'Industrie, Januar 1850.

Nebst den Fig. 6, 7. u. 8. Taf. XXVIII.

Wenn ein Kastendamm in der Nähe eines Wehres liegt, so ist es ganz natürlich, den Fall des Wassers zu der Ausschöpfung der Baugrube anzuwenden; jedoch ist es nur ausnahmsweise der Fall, daß sich bei Benutzung dieses Mittels die Oekonomie mit der Kraft verbindet. Wirklich ist der Bau eines Wasserrades erforderlich, wenn nicht in der Nähe des Kastendammes schon ein Rad vorhanden ist und dasselbe nicht wegen des Baues stillstehen muß.

Die vorliegend zu beschreibende Maschine scheint den Zweck zu erfüllen, beim Ausschöpfen eines Kastendammes, der in dem Bereich eines Wehres liegt, das Gefälle zu benutzen. — Diese Maschine, zu gleicher Zeit Trieb- und Arbeitsmaschine, besteht im Wesentlichen aus einem Heber, dessen kurzer Arm plötzlich und wechselsweise entweder den langen Arm und das Unterwasser oder das Ober- und Unterwasser in Verbindung setzt.

Dieses Spiel entsteht mittelst zweier Ventile, von denen das eine, welches die beiden Arme trennt und sich aus den langen in den kurzen öffnet, die natürliche Wirkung des Hebers verhindert, während das andere die Verbindung des Oberwassers mit dem kurzen Arm abschließt und sich nach dem Oberwasser zu öffnet.

Wenn dieses letztere Ventil, das Fangventil, geöffnet ist, so läuft das Wasser durch den kurzen Arm des Hebers, aus dem Ober- in das Unterwasser ab, und zwar mit der ganzen Geschwindigkeit des Falles. Wenn es sich nun plötzlich geschlossen hat, so enthält die in dem kurzen Arm in Bewegung befindliche Wassersäule, eine gewisse lebendige Kraft, in deren Folge sie sich bewegen kann, bis daß sie eine ihrer Hälfte gleiche Leistung bewirkt, oder bis daß sie endlich der folgenden Gleichung Genüge geleistet hat:

$$\frac{m v^2}{2} = \Sigma P d p$$

Diese lebendige Kraft wird von derjenigen zerstört, die einestheils von dem Aufsteigen des Wassers in dem langen Arme und anderntheils von der Reibung u. s. w. herrührt.

Bei dieser ersten Erscheinung ist die Bewegung des Wassers in dem Heber eine umgekehrte; sobald sie aufgehört hat entsteht nothwendig die unmittelbare Bewegung aus dem kurzen in den langen Arm, wird aber sogleich durch das Ventil aufgehalten, dessen Zweck es ist, dieser Bewegung Widerstand zu leisten.

Der Schluß dieses Ventils unterbricht plötzlich die anfängliche direkte Bewegung und es entsteht daraus ein leichter direkter Widderstoß, d. h. ein solcher, der mit dem des Montgolfier'schen Widders identisch ist, und das Fangventil öffnet.

Dieses Ventil steht so im Gleichgewicht, daß es bei ruhigem Wasser offen bleibt, daß es sich aber bei einem Strom, der eine gewisse Geschwindigkeit hat, schließt. Nachdem es durch den direkten Widderstoß gehoben ist, hält es sich geöffnet bis die Geschwindigkeit des Wassers, welches in die Oeffnung strömt, die es verschließen soll, mit fortreißt, wodurch der ganze Apparat eine abwechselnd unterbrochene Bewegung erlangt.

Das Spiel dieses Apparates läßt sich um so leichter begreifen, da es dem des Montgolfier'schen Widders, mit Ausnahme der Stöße, sehr ähnlich ist.

Nach diesen Andeutungen gibt es ohne Zweifel viel Mittel, um eine praktische Maschine darzustellen. Die in den Figuren 6 bis 8 abgebildete ist die auf den folgenden Seiten beschriebene:

Die Dimensionen sind die eines Widders von 0,20 Durchmesser.

Von einer gußeisernen Sohlplatte von 0,03 Meter Dicke, die mittelst eines hölzernen Troges, auf dessen Boden sie liegt, mit dem Oberwasser in Verbindung steht, gehen 2 parallele gußeiserne Röhren von 0,01 Meter Eisendicke und von 0,20 Meter innerm Durchmesser aus; sie liegen 0,50 unter dem Spiegel des Oberwassers. Anfänglich sind sie senkrecht, dann horizontal und zuletzt geneigt, und treten in das Unterwasser; sie liegen einander so nahe als möglich. Ihre Länge wird durch die Höhe ihres Gefälles und durch die Geschwindigkeit bestimmt, die man dem Fangventil geben will. In dem vorliegenden Beispiele beträgt sie 0,23 Meter.

An ihrem obern Ende sind die Abflußöffnungen mit 2 horizontalen Röhren verbunden, deren Form die eines geraden Cylinders ist, dessen leitende Linie eine Hälfte des Quadrats von 0,20 Meter Seite, und eine Hälfte der Peripherie von 0,20 Meter Durchmesser ist. Diese Röhren sind nur 0,41 Meter lang; eine jede von ihnen enthält an ihrem Ende eine senkrechte und hängende Klappe. Jede steht mit einer gußeisernen Luftkammer von 0,01 Meter Dicke in Verbindung.

Der leere Raum dieses Stücks besteht:

Aus einem geraden Prisma von 0,2 Meter Höhe, dessen Durchschnitt ein Sechseck ist, zusammengesetzt aus einem

gleichseitigen Dreieck von 0,40 Meter Seite, wovon man 3 ähnliche Dreiecke von 0,10 Meter Seite getrennt hat, indem man die Punkte, welche 0,10 Meter von jedem Scheitel auf jeder der Seiten liegen, mit einander verbindet. Dieses Sechseck hat daher 3 Seiten von 0,20 und 0,10 Meter.

Von den beiden großen Flächen des Prismas gehen senkrecht Röhren von gleichem Querschnitt wie die Saugröhren ab, deren Achse nach einer Peripherie von 0,30 Meter Halbmesser gekrümmt ist; diese Röhren endigen an denen, die in gleicher Ebene liegen und verbinden sich mit den beiden Saugröhren.

Von der dritten großen Fläche des Prismas geht eine cylindrische senkrechte Röhre von 0,10 Meter Länge und von 0,20 Meter Durchmesser ab, die sich mit der Steigröhre verbindet.

Endlich ist der prismatische Körper der Luftkammer mit 2 runden Platten von 0,01 Meter Stärke verschlossen. Die eine dieser Platten dient ihr als Boden, und es dienen die über die Luftkammer hervortretenden Theile als Lappen.

Die andere ist nur ein Kranz und hat eine 6seitige Oeffnung. Sie trägt eine cylindrische Glocke und auf derselben ist eine halbkugelförmige Kuppel angebracht, und alle diese Theile sind mit Schrauben mit einander verbunden.

Die Saugröhre ist mit der geraden Röhre verbunden, die aus der Luftkammer hervortritt und verfolgt diejenige Richtung, welche die Umstände erfordern und endigt in den Sumpf des Kastendammes.

Ueber einer jeden von den 3 kreisrunden Löchern von 0,20 Meter Durchmesser, womit die Sohlplatte versehen ist, befindet sich ein Ventil; der bewegliche und der feste Theil des Ventils bestehn wesentlich aus Leder, welches auf eine gewisse Weise zerschnitten und dessen Theile durch Bolzen mit einander verbunden sind.

Die Lederplatten des beweglichen Theils sind durch einen einzigen Bolzen verbunden, der sich in einer Stange verlängert. Diese Platten haben eine jede für sich und alle zusammen die Form des festen Theiles, der zwischen 2 parallelen Ebenen befindlich ist, die eine Kugel, von 0,19 Meter Halbmesser, schneiden. Für die Gesammtheit der Platten sind die parallelen Ebenen 0,06 Meter von einander entfernt, und die dem Mittelpunkte am nächsten liegende hat eine Entfernung von 0,09 Meter. Die Platten sind durch hölzerne und eiserne Theile mit einander verbunden, und geben den Ventilen die günstigsten Formen für das Ausströmen des Wassers. Der größte Durchmesser eines Ventils beträgt 0,35 Meter.

Die Platten des festen Theils sind zwischen einer eisernen Scheibe und der Sohlplatte mittelst 4 Bolzen befestigt; sie sind ringförmig; ihr äußerer Durchmesser ist 0,40 Meter und ihr innerer Durchmesser 0,20 bis 0,40 Meter.

Ueber der Sohlplatte haben sie eine Höhe von 0,06 Meter, so daß der leere Raum, der in allen Platten vorhanden ist, die Form des festen Körpers hat, der zwischen 2 parallelen Ebenen befindlich ist, die eine Kugel von 0,19 Meter Halbmesser, die erstere bei 0,09 die zweite bei 0,15 Meter von dem Mittelpunkte schneiden würden.

Dieser feste Theil ist von einem Cylinder von 0,40 M. innern Durchmesser und von 0,25 M. Höhe über der Sohlplatte umgeben.

Endlich 4 Flügel, die mit einem hölzernen Kranz verbunden sind, der auf dem festen Theile des Ventils ruht, und dazu dient, den beweglichen Theil eine Richtung zu geben, dem sie jedoch nur einen Spielraum von 0,005 M. lassen. Die Wände des beweglichen Theiles, welche sich an den Flügeln reiben können, sind mit umgestülpten Leder versehen.

Wir haben uns bei der Construktion dieses Ventils lange aufgehalten, weil sie von großer Wichtigkeit ist. Dieser Theil des Apparates muß dicht sein, muß den Stößen widerstehen, sich durch den Verbrauch verbessern und zu keinen kurzen Erschütterungen Veranlassung geben; denn da dieselben das Ventil heben, so würden sie die Ursache eines großen Verlustes für die Maschine sein. Endlich darf der bewegliche Theil an dem festen nicht mechanisch festhängen bleiben. Diese Bedingungen sind nicht leicht zu vereinigen.

Jedes Ventil hat, wie schon bemerkt, eine Stange, die senkrecht von Eisen und 0,015 M. stark ist. Die beiden Stangen von gleicher Länge sind durch eine Charnierbewegung mit einem Balancier verbunden, der sich in seiner Mitte um eine horizontale Achse dreht, die ihrerseits in den Büchsen von 2 senkrechten Zapfenlagern ruht.

Wenn der Balancier horizontal liegt, so ist ein jeder der beweglichen Theile von den festen um 0,05 Meter entfernt.

Wir kommen nun auf die in der Fig. 6—8 abgebildete Maschine zurück und beschreiben nun deren Spiel.

Statt eines Hebers haben wir deren 2, wodurch wir den Vortheil erlangen nur einen einzigen langen Schenkel für beide Apparate zu haben. Die Maschine saugt daher doppelt und ununterbrochen, welches durch die Luftkammer bewirkt wird, der es nie an Luft fehlt, wie es bei dem Montgolfier'schen Widder der Fall ist, weil bei demselben der Druck geringer als der atmosphärische ist.

Ein nicht minder bedeutender Vortheil der doppelten Säugeschenkel ist die Regelmäßigkeit der abwechselnden Bewegung.

Beide Ventile halten sich das Gleichgewicht, und ihre Bewegung ist alsdann gänzlich der Bewegung des Wassers überlassen, wenn das eine geschlossen, so ist das andere von fließendem Wasser umgeben, welches es mit fortzuführen strebt. Sobald das erste einen Stoß von dem Widder ent-

hält, wird es plötzlich durch das zweite gehoben, welches sich nun rasch schließt, und sofort.

Es fehlt uns noch an genauen Erfahrungen über die Leistungen des Wasserhaltungswidders; er hat im Laufe des Jahres 1849 beim Schleußen- und Quaibau zu Laval in Belgien gewirkt, allein man hat keine Versuche damit anstellen können, weil dies der Bau nicht zuließ.

Wir können nur bemerken, daß bei einem Gefälle von **0,70** Meter und bei einem Unterschiede des Wasserspiegels im Sumpf des Kastendammes und des Unterwassers der Widder dasselbe geleistet hat wie **6** quadratische hölzerne Pumpen, von denen jede bei einem ununterbrochenen Betriebe 3mal 4 Arbeiter zu ihrer Bedienung bedurfte. Der Nutzeffekt schwankt zwischen 0,33 und 0,66 von der aufgewendeten Arbeit; jedoch können wir nur die erstere Zahl verbürgen.

Uebrigens müssen wir bemerken: 1) Daß die Triebkraft, welche den Apparat in Bewegung setzt, nicht gespart zu werden braucht. 2) Daß ein Wasserrad, welches in der Eile zur Wasserhaltung erbaut wurde, nicht mehr als 40 Procent, und war es mit einer sehr guten Archimedi'schen Schraube verbunden, nur 80 Procent gibt, so daß sich die Leistung zur angewendeten Kraft auch nur wie 0,32 verhält.

Die Erbauungskosten eines solchen Widders hängen sehr wesentlich von Lokalverhältnissen ab, und die Saugeröhren bilden immer einen sehr bedeutenden Theil der Ausgabe; der hier beschriebene hat etwa 800 Fr. gekostet. Damit eine einzige Unterbrechung des Gleichgewichts die ununterbrochene Bewegung des Apparates bewirkt, muß: 1) der ganze Apparat mit Wasser angefüllt, oder der Heber angesaugt sein; 2) es muß zwischen dem Wasserspiegel in dem Kastendammsumpfe und dem Unterwasser ein solcher Unterschied stattfinden, daß ein direktes Ansaugen und der daraus folgende Widderstoß folgen können. Ehe diese Bedingungen nicht erfüllt sind, müssen die Ventile durch eine äußere Kraft bewegt werden. Zu Laval ist auf dem Boden des Maschinenhauses, welches auf dem Troge steht über der Verlängerung der geometrischen Achse eines jeden Ventils, eine platte Stahlfeder befestigt, deren Enden durch eine kleine Kette mit dem Ventil verbunden sind. Durch diese einfache Vorrichtung ist man im Stande den Apparat in Betrieb zu setzen, worauf er alsdann von selbst wirkt.

Man kann einen solchen Schöpfwidder überall da anbringen, wo mit einiger Geschwindigkeit fließendes Wasser vorhanden ist. Daher ist er denn hauptsächlich beim Brückenbau zweckmäßig, sobald das Flußbett durch einen Kastendamm abgesperrt ist. Schiffe, die sich mit Geschwindigkeit in einem ruhigen Wasser bewegen, könnten den horizontalen Schöpfwidder zur Entleerung des Kiels von Wasser benutzen.

Ueber Manometer.

(Nebst Taf. XXIX.)

Das französische Ministerium der öffentlichen Arbeiten hat unter dem 17. December 1849 einen Umlauf an die Präfecten und Bergwerksingenieure mit einer Instruction über die Manometer der Dampfkessel erlassen, die im 16. Bande der 4. Reihe der Annales des Mines, S. 608 2c. abgedruckt und von einer Tafel mit Abbildungen versehen ist. Diese Instruction hat ein so allgemeines Interesse, daß sich die Redaktion veranlaßt fühlt, sie hier deutsch nebst der Beschreibung einiger zweckmäßiger Manometer, mit Hülfe von Taf. XXIX. mitzutheilen.

Unter den Sicherheits-Apparaten der Dampfkessel hat keiner einen so großen Nutzen als ein offenes Luft-Manometer, wenn es mit den in der Instruction vom 23. Juli 1843 angegebenen Vorsichtsmaaßregeln construirt worden ist.

Jedoch kann dies Instrument nicht an den Locomotiven und meistentheils auch nicht bei den Dampfschiffen angewendet werden. Auch bei den Kesseln stehender Maschinen hat es oft seine Unbequemlichkeiten und kann nicht stets so angebracht werden, daß der Maschinenwärter oder der Heizer seine Angaben leicht zu Rathe ziehen können. Die Röhre wird im Innern oft so unrein, daß es schwer hält, den Stand der Quecksilbersäule zu erkennen *).

Um diese Nachtheile zu vermeiden, hat man verschiedene Mittel ersonnen.

In den Ministerial-Circularen vom 16. März 1846 und 20. Juli 1847 findet man die Beschreibung des verschlossenen Luft-Manometers, des Richardschen Manometers und des Thermo-Manometers. Neuerlich sind mehre andere Instrumente der Art erfunden worden, die sehr zweckmäßig erscheinen und von diesen wollen wir hier die nachstehenden als sehr empfehlenswerth beschreiben.

Um ein bequemes offenes Luftthermometer zu erhalten

*) Um das Innere einer Röhre zu reinigen, bedient man sich eines Stückchens Leinen, welches man mit Steinöl tränkt und an einen Draht von weichem Metall befestigt. Man befestigt ein Stückchen Blei daran und führt den Draht in die Röhre ein.

Die Erfahrung hat bewiesen, daß wenn man in eine Glasröhre einen harten Körper, z. B. Messing- oder Eisendraht einführt, die Oberfläche des Glases, eine oft unsichtbare Beschädigung erhält, wodurch das Glas so spröde wird, daß es alsdann von selbst zerspringt.

und die Länge der Skala zu vermindern, hatte Hr. Galy-Cazalat die Idee, den Dampf und das Quecksilber, welches das Gleichgewicht hervorbringt, auf Oberflächen von verschiedener Ausdehnung drücken zu lassen. Hr. Journeux, dem Galy-Cazalat den Nutzen seines Erfindungs-Patents überlassen, hat die in Fig. 1, 2, 3 u. 4 abgebildete und weiter unten erklärte Einrichtung angenommen.

Das Instrument besteht aus einer, aus zwei Stücken zusammengesetzten Cuvette. Der obere Theil besteht aus Gußeisen und derselbe nimmt das Quecksilber auf; der andere Theil besteht aus Bronze. Beide sind durch einen Scheider von sogen. vulkanisirten Caoutchouc getrennt, dessen Rand zwischen die Ränder beider Theile so eingezwängt ist, daß eine dichte Verbindung entsteht.

Ueber der Caoutchoucscheibe befindet sich eine Bronzescheibe von 60,8 Millim. Durchmesser. Sie ist mittelst einer kleinen Stange mit einer andern bronzenen Scheibe von 18,5 Millimeter Durchmesser verbunden, die sich in einer ausgebohrten Röhre bewegt und auf einer zweiten Caoutchoucscheibe aufliegt. Diese ist auf dieselbe Weise befestigt als die, welche das Gewicht des Quecksilbers trägt.

Der untere Theil der Cuvette steht mittelst einer kleinen Oeffnung mit der äußern Luft in Verbindung, so daß der Druck der Atmosphäre gleichmäßig auf und unter den großen Caoutchouc-Scheider wirkt, der die Cuvette in zwei gleiche Theile theilt. Der Dampf wird durch eine kleine Röhre so herbeigeführt, daß er unter den kleinen untern Scheider drückt.

Nachdem nun die Manometerröhre angebracht worden ist, gießt man das Quecksilber durch eine Oeffnung, die an der Seite des Deckels vorhanden. Dann schüttelt man das Quecksilber etwas um, damit die Luft leichter entweichen kann und füllt den Behälter vollständig an, so daß sich das Quecksilber 1 oder 2 Centimeter in der Röhre erhebt.

Auf diese Weise erhält man den ersten Grad der Skala, welcher dem Druck einer Atmosphäre entspricht. Man erhält die übrigen, indem man Wasser unter verschiedenem Druck unter den Scheider treten läßt. Der Druck des Wassers wird durch ein offenes Luft-Manometer bestimmt.

Nach dem für die Kolbendurchmesser angenommenen Verhältniß von 60,8 : 18,5, entspricht eine Höhe von 7 Centimeter Quecksilber dem Druck einer Atmosphäre.

Bei den Manometern der Locomotivenkessel ist das Verhältniß das von 56 : 13 und die einer Atmosphäre entsprechende Höhe ist auf 4 Centimeter vermindert.

Die beiden Scheider sind mit ihren Rändern befestigt; dennoch übertragen sie, wegen ihrer großen Elasticität, sehr leicht den Druck, den sie von den Scheiben, mit denen sie in Berührung stehen, aufgenommen haben.

Man wird die Angaben des Instruments leicht einsehen, wenn man die Durchmesser der Röhre und der großen

Scheibe, 4 und 60, mit einander vergleicht; man sieht, daß eine Verschiebung der großen Scheibe um 3 Zehntel von einem Millimeter hinreicht, um in die Röhre die Quecksilbermenge zu schaffen, die dem Druck einer Atmosphäre entspricht.

Seit vorigem Jahre (1849) werden die Manometer von Journeux bei den Locomotiven mehrer Eisenbahnen angewendet und man ist damit sehr zufrieden.

Im Juni 1849 hat der Maschinenbauer Bourdon zu Paris ein Erfindungspatent auf ein sogenanntes metallisches Manometer genommen, bei welchem kein Quecksilber angewendet wird *). Es wurde auf den Antrag des Erfinders von einer Regierungscommission untersucht.

Dieses neue Manometer besteht aus einer dünnen Messingröhre von elliptischem Querschnitt und schnecken-, oder spiral- oder S-förmig gewunden. Indem nun Dampf in ihr Inneres tritt, wird die Form dieser gewundenen Röhre durch den, von demselben ausgeübten Druck verändert.

Aus den Fig. 5, 6, 7 u. 8 kann man das Spiel dieses sehr einfachen Instrumentes leicht erkennen. Das eine Ende von der Röhre ist offen und wird mit dem Dampf in Verbindung gebracht, dessen Spannung man messen will; es ist an einer Büchse festgeschraubt, welche das Manometer umgiebt.

Das andere Ende der Röhre ist geschlossen und kann sich frei bewegen. Es ist mit demselben ein gekrümmter Zeiger verbunden, der sich auf einem in Grade eingetheilten Bogen bewegt und auf diese Weise die Spannung des Dampfes angiebt.

Für eine Spirale von 20 Centimeter Durchmesser hat der Querschnitt der Röhre, in der Richtung des Halbmessers, 4 Millim. Breite und 11 Millim. Höhe. Die Röhre besteht aus Messingblech von $^1/_3$ Millim. Dicke.

Man graduirt das Instrument, indem man es mittelst einer hydraulischen Presse einem verschiedenen innern Druck unterwirft. Man bemerkt die Puncte, an denen der Zeiger stehen bleibt und bezeichnet dort Grade, die denen correspondiren, welche ein gutes offenes Luftmanometer angiebt.

Dieses neue Manometer ist sehr bequem und hauptsächlich ist es nicht zerbrechlich. Seine Angaben sind weit deutlicher als die des Quecksilbers in einer Röhre, die im Innern oft verunreinigt ist. Man kann es daher in man-

*) Im März 1849 nahm der Uhrmacher Kahskopff zu Coblenz ein Erfindungspatent auf ein neues Manometer zur Messung der Spannung des Dampfes in den Locomotivkesseln. — Siehe Regierungsblatt von Coblenz vom 21. März 1849

Ein Manometer mit elastischer Röhre wird seit einiger Zeit bei den Locomotiven auf der Eisenbahn von Paris nach Lyon angewendet; es ist mit dem Namen Schinz, Ingenieur und Kahskopff, Fabrikant zu Coblenz versehen. Eine Beschreibung davon findet man in der Stuttgarter Eisenbahnzeitung vom 20. April 1849 und im polytechnischen Centralblatt, 1849, S. 710. ꝛc.

chen Fällen mit Vortheil statt der Quecksilber-Manometer anwenden.

Soll aber das Instrument genau Angabe machen, so muß das Metall seine ganze Elasticität behalten und bei gleichem innern Druck muß die Röhre fortwährend dieselbe Form annehmen.

Mit vollen Gründen muß man fürchten, daß sich mit der Zeit die Elasticität des Metalles nicht, daß die gegebene Form der Röhre sich unter der wiederholten Einwirkung eines starken innern Drucks nicht mehr verändert und daß daher die Angaben des Instruments ungenau werden.

Im Allgemeinen darf man annehmen, daß alle Manometer, wenn sie aus der Werkstatt kommen, und wenn sie zweckmäßig graduirt werden, gut sind; jedoch sind die offenen Luftmanometer, bei sorgfältiger Ausführung die einzigen, deren Genauigkeit zu jedem Augenblick, bestimmt garantirt werden kann.

Aus diesem Grunde sind sie auch in den Art. 26. der französischen Verordnung vom 22. Mai 1843, bei feststehenden Maschinen, deren Dampfdruck 5 Atmosphären nicht übersteigt, ausschließlich vorgeschrieben. Jedoch ist ihre Benutzung stets unbequem und können sie nicht überall angewendet werden. Die andern Manometer sind im Allgemeinen weit bequemer, allein nachdem sie eine Zeitlang benutzt worden sind, werden sie häufig mangelhaft. Man kann sie jedoch stets mit Vortheil benutzen, wenn man ihre Genauigkeit sorgfältig controllirt. Man kann die Angaben eines Manometers stets dadurch verificiren, daß man sie mit den eines andern Manometers von bekannter Genauigkeit vergleicht. Jedoch ist dazu erforderlich das Instrument abzunehmen und zu transportiren, ein Verfahren, welches Zeit und Kosten verursacht und daher nicht wiederholt werden kann.

Es würde daher viel einfacher sein, an allen Dampfkesseln eine Vorrichtung anzubringen, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Untersuchung wegen der Richtigkeit auf der Stelle selbst mittelst eines tragbaren Manometers vorzunehmen. Eine solche Vorrichtung kann überall angebracht und eingeführt werden.

Folglich kann jeder Kessel, der mit dieser Vorrichtung versehen ist, jedes beliebige Manometer benutzen, wobei jedoch von Seite der beaufsichtigenden Behörde die Bedingung gestellt werden muß, daß diese Manometer sogleich reparirt oder ausgewechselt werden, sobald man ihre Angaben als mangelhaft erkannt hat.

Zur Bewirkung einer leichten Controle ist es nöthig, die Vorrichtung an den Kesseln überall gleich zu machen, und man ist daher bei der folgenden als sehr zweckmäßig stehen geblieben.

Sie besteht, wie man aus Figur 9 Tafel XXIX. ersieht, aus einer an den Kessel angebrachten Röhre von 1 Centimeter Durchmesser, die mit einem Hahn versehen ist. Das eine Ende dieser Röhre muß an dem Kessel oder an der Dampfröhre des festen Manometers angebracht sein, die andere muß in einem senkrechten Bügel von $1^1/_2$ Centimeter Breite und 5 Millimeter Dicke auslaufen, und eine solche Stellung haben, daß man das daran zur Untersuchung angewendete Manometer anbringen kann, und zwar an einem Orte, wo sich die Beobachtungen leicht anstellen lassen.

Diese Vorrichtung ist unerläßlich, wenn man die Genauigkeit der angewendeten Manometer auf der Stelle selbst controlliren will. Sie wird in der Folge bei allen denjenigen Kesseln nicht fehlen dürfen, welche nicht das von dem Gesetz vorgeschriebene offene Luftmanometer anwenden.

Erklärung der Figuren auf Tafel XXIX.

Offenes Luftmanometer von **Journeux.**

Fig. 1 Aufriß des Instruments von der vordern Seite.

Fig. 2 Seitenaufriß.

Fig. 3 und 4 zwei Durchschnitte: ein senkrechter nach V, X der Figur 1; der andere ein horizontaler nach Y Z derselben Figur.

Der Maßstab beträgt 25 Centimeter auf ein Meter.

a b Cuvette, die aus 2 Stücken besteht, das eine aus Gußeisen, das andere aus Bronze. Sie sind untereinander und mit dem gußeisernen Rahmen des Instruments M durch die Schraubenbolzen d, d, d verbunden.

Der obere Theil enthält das Quecksilber und dieses liegt auf einer Scheibe von vulkanisirten Caoutschouc, dessen Rand zwischen den Theilen a und b ausgespannt ist. Der Theil a ist mit einer Stopfbüchse s versehen, in welchem sich die Glasröhre tt befindet, und dessen Stopfung ebenfalls aus Caoutschouc besteht.

Der untere Theil b der Cuvette ist im Innern ausgebohrt und enthält die Kolben c, c'. Die äußere Wand ist mit einem Schraubengewinde versehen um die Schraubenmutter e aufzunehmen, wodurch der Hals der Dampfröhre t' t' mit dem untern Rande der Cuvette verbunden wird. Zwischen beiden ist eine Scheibe von pulverisirten Caoutschouc gelegt, sodaß kein Dampf in die Cuvette treten kann, dessen Druck den ersten Kolben c mitgetheilt wird.

Dieser Kolben hat 10,85 Mill. im Durchmesser; er ist mittelst einer Stange r mit einem obern Kolben c' von 60,08 Mill. Durchmesser verbunden.

In den unteren Theil b der Cuvette ist eine Oeffnung o angebracht um den Raum unter der Scheibe oder den Kolben c' in Verbindung mit der Atmosphäre zu setzen.

Die Glasröhre hat 4 Millimeter Durchmesser. Das Quecksilber wird mittelst eines Trichters und durch den An-

satz u der auf die Cubette aufgeschraubt, und durch einen Schraubenstöpsel verschlossen ist, eingebracht.

Der Maßstab oder die Skala für den Druck, die an den gußeisernen Rahmen M angebracht, ist in Atmosphären und Zehntheilen derselben getheilt. Jede Atmospäre entspricht einer Quecksilbersäule von 7 Centim., das Resultat des Verhältnisses der Kolbendurchmesser c, c'

$$\frac{0{,}76}{\left(\frac{c'}{c}\right)^2} = 0,\ 07 \text{ Meter}$$

Der Rahmen M ist mit den Lappen m, m versehen, wodurch das Manometer befestigt werden kann.

Gewöhnlich bringt man diesen Apparat auf einem eigenen Brett von 2 oder 3 Centim. Dicke an und hängt ihn an der vordern Ofenwand auf.

Metallisches Manometer von Bourdon.

Fig. 5 ist im Aufriß.

Fig. 6 ein Durchschnitt nach der Linie CD in Fig. 5.

Fig. 7 ist ein Durchschnitt nach der Linie AB in Fig. 8.

Fig. 8 ein Durchschnitt nach der Linie EF in Fig. 7.

Der Maßstab ist derselbe wie für Fig. 1 — 4.

t Röhre von Messingblech mit schneckenförmiger Biegung, deren Querschnitt eine Elipse ist. Die kleinere Achse derselben in der Richtung des Halbmessers von dem Ringe, ist 4 Millim., und die große Achse, parallel der Ebene des Ringes ist 11 Millim. Die Röhre macht $1^1/_2$ Schneckenwindungen und hat eine Länge von 0,70 Meter.

Das Ende t' dieser Röhre ist offen und an dem Halse a befestigt, der mit der Dampfröhre in Verbindung steht.

Das Ende t'' ist geschlossen und kann sich frei bewegen. Ein Zeiger l der an diesem Ende befestigt ist, folgt der Bewegung der Röhre t und gibt dieselbe auf den getheilten Bogen c an, und folglich auch den Dampfdruck der im Innern der Röhre ausgeübt wird.

Der getheilte Bogen c ist durch 3 Schrauben an der Büchse M befestigt, die den Apparat umschließt. Vorn ist er mit einem Glase v versehen, welches in einen kupfernen Rahmen m eingelassen ist.

Die Grade des Bogens c bezeichnen die Atmospären, und die Unterabtheilungen die Viertelatmosphären.

Die Büchse M besteht aus Gußeisen; an der hintern Seite ist sie mit einer, durch 3 Schrauben befestigten Zinkplatte p verschlossen. 3 Lappen o, o, o dienen zur Befestistigung des Apparates.

Vorrichtung zur Aufnahme des Untersuchungs-Manometers.

Fig. 10 ist ein Aufriß in $^1/_4$ der natürlichen Größe einer senkrechten Vorrichtung dieser Art, die auf den obern Theil eines Dampfkessels angebracht werden kann.

Fig. 9 ist ein Längendurchschnitt eines Dampfkessels mit verschiedenen Vorrichtungen bei AB und C.

Bei B und C sind Untersuchungsmanometer angebracht.

Der Bügel b muß senkrecht sein; er hat 4 Centim. im Durchmesser und ist 5 Millim. dick.

Der Hahn r dient zum Abschluß der Verbindung der äußern Luft mit dem Kessel; er muß geöffnet werden, wenn das Untersuchungs mittelst des Bügels b angebracht worden ist.

Wir lassen nun schließlich noch die Beschreibung eines neuen zweckmäßigen **Manometers** folgen, welches der Herr Fabrikencommissarius Hofman in Breslau construirt und in den „Verhandlungen des Vereins zur Ermunterung des Gewerbfleißes in Preußen" Jahrg. 1819 Liefer. 3, beschrieben hat. Es ist in den Figg. 11 — 16, Taf. XXIX. dargestellt.

Die gewöhnlich im Gebrauche befindlichen Quecksilbermanometer haben viele Unannehmlichkeiten, versagen sehr oft, daher sie nichts weniger als zuverlässig sind. Oben offene Röhren werden für Hochdruck höchst unbequem und kosten viel Quecksilber. Das Quecksilber wird sehr bald schmutzig, oxydirt sich, die eisernen Schwimmer kleben an der Wandung der Röhre fest und bleiben stehen, wenn auch das Quecksilber steigt und fällt. Gläserne Röhren belegen sich sehr bald, so daß man den Stand des Quecksilbers nicht mehr sieht, und wenn sie oben verschlossen sind, müssen sie genau calibrirt sein, wenn sie richtig zeigen sollen. Alle diese Uebelstände hat das in Fig. 11 bis 16 dargestellte Manometer nicht. Fig. 12 gibt einen Längen- und Querdurchschnitt, Fig. 14 Ansicht des Manometers in seinem Gehäuse. Fig. 15 ist ein Durchschnitt nach a,b und Fig. 16. nach c,d in Fig. 11. Fig. 13 ist ein Durchschnitt des Apparats ohne Gehäuse.

a ist ein schwaches kupfernes Rohr, welches mit dem Dampfraume, in welchem man die Spannung messen will, in Verbindung steht. Es muß dieses Rohr an seinem Ende, wo es an das Hahnstück b angeschraubt ist, senkrecht stehen, damit immer Wasser, welches aus den condensirten Dämpfen entsteht, darin stehen bleibe. Das Hahnstück b ist mit einem kupfernen Rohre verbunden, welches 3 aufrechtstehende Säulen c,d und e bildet. Der oberste Theil von e hat einen messingenen Aussatz, in welchen ein anderer f eingesetzt werden kann, der die Glasröhre trägt, neben welcher die Scale h im Gehäuse angebracht wird. — Um jederzeit das Quantum Luft abzumessen, welches man comprimiren will, ist eine Oeffnung in den Stücke f angebracht, welche mittelst einer einfachen Schraube k verschlossen werden kann.

Um das Instrument brauchbar zu machen, öffnet man die Schraube m und gießt mittelst eines Trichters Spiritus

in den Schenkel d so lange, bis er zur Oeffnung k stark herausläuft, und läßt ihn laufen bis nichts mehr abtropft; darauf verschließt man die Schraube k und darauf erst m.

Das Rohr a füllt man mit Wasser; oder man kühlt es mittelst eines nassen Tuches eine Zeit lang ab, so condensirt sich so viel Wasser, daß es gefüllt wird, was man dadurch bemerkt, daß es nicht mehr durch den Dampf erwärmt wird. Auf diese Art erhält man gutes, reines Wasser in dem Rohre a. Nunmehr öffnet man den Hahn b und der Druck des Dampfes drückt das Wasser aus dem Rohre a durch das Hahnstück b in die Röhre c und preßt die darin befindliche Luft zusammen, welche wiederum auf den Spiritus in den Schenkeln d und e drückt und in so lange in die Glasröhre g hineintreibt, bis die in dem Rohre g befindliche eingesperrte Luft der Spannung des Dampfes das Gleichgewicht hält. Die Höhe des Standes, welchen die Oberfläche des Spiritus in der Glasröhre erreicht, zeigt an der nebenstehenden Scala den Druck des Dampfes sehr genau an.

Um die Scala ziemlich gleich und möglichst groß in der Theilung zu erhalten und den Druck mit Sicherheit ablesen zu können, ist die Röhre unten weiter, nach oben zu enger, so weit als man Theilungen haben will, und ist dann birnförmig erweitert, um mehr Luft und dadurch größere Theilungen zu erhalten. Die in der Zeichnung angegebene Scala ist nach einer eingetheilten gemacht, welche den Druck des Dampfes in Pfunden für den Kreiszoll angibt, daher man den Dampfdruck bis nahe an 8 Atmosphären daran sehen kann.

Früher füllte Herr Hofmann diese Manometer mit Wasser, allein dasselbe setzt mit der Zeit doch Schmutz ab, und macht die Röhre undurchsichtig; der Spiritus dagegen läßt das Glas ganz rein und hat noch die Eigenthümlichkeit, daß seine Oberfläche eine ziemlich schwarze Linie zu bilden scheint, daher der Stand viel besser als bei Wasser sichtbar ist. Damit der Spiritus sich nicht mit Wasser mischen könne und auch kalt bleibe, ist die Luft als schlechter Wärmeleiter in der Röhre c nothwendig.

Wenn der Maschinenwärter den Hahn b nicht schließt,

nachdem der Kessel nicht mehr geheizt wird, so kommt es vor, daß im Kessel ein luftverdünnter Raum durch die Condensation des nach und nach erkaltenden Kessels entsteht, welche so weit gehen kann, daß die Luft in der Röhre g sich so weit ausdehnt, daß der Spiritus in das Rohr c übertreten würde. Um dieß zu verhüten, ist unten in dem Hahnstück b noch ein kleines Ventil p angebracht, durch welches die Luft eintreten kann. Bei Lokomotivkesseln, auch bei andern Kesseln, kann man das Hahnstück b auch direkt an die Wandung des Dampfkessels anschrauben, man muß es dann aber so tief setzen, damit nur Wasser und niemals Dampf eintreten könne. In solchem Falle bleibt das hölzerne Gehäuse mit seinem Glasfenster weg, welches nur dann gut ist, wenn man das Manometer im Kesselhause anbringen und gegen Schmutz und Staub schützen will.

Die Anfertigung der Scala geschieht dadurch, daß man das Instrument mit einem einfachen Quecksilbermanometer in Verbindung setzt, in welches nun kaltes Wasser mittelst einer Druckpumpe eintritt, bis das Quecksilber in der Röhre steigt. Sowie das Quecksilber im Rohre, steigt auch der Spiritus im Glasrohre, und man braucht auf der Scala nur die Pfunde ebenso zu bezeichnen, wie sie das Quecksilbermanometer angibt. Das Stück f, in welches das Glasrohr vorher fest eingekittet werden muß, wird immer genau gleich groß gemacht, damit es in jedes Manometer paßt, und man sofort ein anderes aufschrauben kann, wenn ein solches Glasrohr zerbrochen wird. Durch den Druck zerbricht es niemals, da es bei der Anfertigung der Scala schon den Druck tragen mußte und niemals warm wird. Der Spiritus ist auch deßwegen vorzuziehen, weil er nicht sobald einfriert.

Diese Manometer, welche Herr Hofmann schon mehrere Jahre im Gebrauche hat, versagen den Dienst nie, und sind viel empfindlicher als Quecksilbermanometer; sie zeigen die kleinste Schwankung des Dampfdrucks. — Die Maschinenbauanstalt in Breslau liefert solche Manometer das Stück, ohne Gehäuse für 25 Thlr., und ein Glas mit dem Stück f und der Scale für 5 Thlr.

Eisenblecherne Schleußenthore

an den Schleußen des Kanals zwischen Rhone und Rhein.

Von Herrn **Detzem**, Ingenieur der Brücken und Chausseen.

(A. d. Annales des Ponts et Chaussées, Tom. XVIII. Pag. 177 etc.)

Nebst Taf. XXX.

Die Schleußenthore, welche wir hier kurz beschreiben wollen, sind bereits seit mehreren Jahren an dem Rhonekanale im Gebrauch und haben sich so gut gehalten, daß ihre nähere Beschreibung für unsere Leser von Interesse sein wird.

Fig. 1 ist ein Flügel des Vorder- oder Oberhaupt-thores von der untern Seite betrachtet.

Fig. 2 ist ein Grundriß desselben.

Fig. 3 ist ein Durchschnitt nach der Linie CD Fig. 1.

Fig. 4 ist ein Durchschnitt nach der Linie CDD'.

Fig. 5 ist eine Ansicht des Unterhauptthores von der untern Seite gesehen.

Fig. 6 ist ein Grundriß desselben.

Fig. 7 Durchschnitt nach der Linie JKK'.

Fig. 8 Durchschnitt nach JK.

Fig. 9 ist ein Aufriß der Anschlagsäule nach JK.

Fig. 10 ein Grundriß derselben nach der Linie GH Fig. 9.

Fig. 11 Aufriß einer Wendesäule nach EF Fig. 13.

Fig. 12 ein Aufriß nach AB Fig. 13.

Fig. 13 Grundriß der Wendesäule.

Fig. 14 Aufriß derselben nach der Linie LM Fig. 91.

Fig. 15 Aufriß derselben nach der Linie C'D' Fig. 20.

Fig. 16 Durchschnitt nach der Linie DU Fig. 21.

Fig. 17 Durchschnitt nach der Linie RS Fig. 19.

Fig. 18 Durchschnitt nach der Linie PQ Fig. 14.

Fig. 19 Grundriß nach der Linie NO Fig. 14.

Fig. 20 Grundriß nach A'B' Fig. 15.

Fig. 21 Grundriß nach VW Fig. 16

Fig. 22 Durchschnitt des Halses (im Franz. collier) nach YZ Fig. 23 und

Fig. 23 Grundriß des Halses.

Die Schleuße, deren Thore wir hier beschreiben, ist 5,30 Meter weit und ihr Fall beträgt 1,49 M.

Die Krönung der Schleuße liegt 2,28 M. über dem Oberwasser und 3,77 M. über dem Unterwasser.

Wendesäulen. — Eine Wendesäule besteht, wie man auch aus den Abbildungen sehr deutlich ersieht, aus 2 Stücken Blech von 0,015 Meter Dicke, die durch Niete mit einander verbunden sind. Diese Niete sind 0,20 M. stark, und 0,060 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt.

Bei einem Oberhauptthor besteht die Wendesäule nur aus 2 Blechtafeln von 2,320 M. Länge. Bei den Wendesäulen des Unterhauptthores, konnte aber die erforderliche Menge von 3,870 M. nicht aus einer einzigen Länge der Tafel zusammengesetzt werden, nur aus dem Grunde weil bei dem vorliegenden Schleußenbau längeres Blech nicht zu Gebote stand, denn Tafeln von der Länge gibt es. Die Zusammensetzung der Länge der Wendesäulen nach, ist

daher auf die, in den Figg. 15 und 20 angegebene Weise bemerkt.

An der vordern Seite der Wendesäule sind senkrecht auf dem Rande Oeffnungen angebracht, um in die Säule Bolzen einbringen zu können, welche als Stehbolzen dienen.

Am obern Ende ist, wie die Figg. 14 und 19, 17 und 18 zeigen, ein Stück Gußeisen 0,120 M. tief in die Säule eingelassen und in dieses ein Zapfen von Schmiedeeisen von 0,100 M. Durchmesser und 0,100 M. Höhe.

Das Stück Gußeisen wird durch eiserne Schrauben von 0,090 M. Länge und 0,030 M. Durchmesser in der Säule festgehalten. In den Mauern der Thorkammern sind eiserne Hälse eingelassen, welche über die Zapfen weggreifen und deren Construction man aus den Figuren 22 und 23 deutlich ersieht.

Pfanne. — Ein gußeiserner Kern mit einer kugelförmigen Vertiefung von 0,100 Durchmesser und eben solcher Tiefe ist in dem untern Ende der Wendesäule eingelassen und wird, wie man aus den Figg. 16 und 21 deutlich ersieht, durch Schrauben festgehalten. Ein gußeiserner Zapfen, der auf den Boden der Thorkammer in einem eisernen Bogen eingelassen ist, dient als Drehpunkt der Wendesäule und tritt in die erwähnte kugelförmige Vertiefung ein. Der Durchmesser des Zapfens beträgt nur 0,009 M.

Die Anschlagsäulen bestehen aus Eichenholz und haben die in den Figg. 1, 2, 6 und 10 dargestellte Form, und es treten die beiden schiefen Flächen beim Schluß der Thore gegeneinander, so daß ein wasserdichter Verschluß stattfindet. Die übrige Einrichtung der Anschlagsäule ist aus den Figuren ersichtlich.

Die übrigen Theile der Schleußenthore sind aus den Figuren so deutlich zu erkennen, daß es keiner weitern Beschreibung bedarf.

In dem Original ist auch das Gewicht jedes einzelnen Theiles des Schleußenthors in Kilogr. angegeben; allein da sich die Angaben auf den hier vorliegenden speziellen Fall beziehen, so haben sie für den ausführenden Architekten keinen großen Werth, indem jede Veranschlagung auf den speciellen Fall gemacht werden muß.

Beschreibung einer Mahlmühle mit 12 Gängen,

die mittelst Laufriemen, durch eine Dampfmaschine betrieben werden.

Erbaut von dem Maschinenfabrikanten **Calla** zu Paris.

(A. d. Bulletin La Société D'Encouragement. Avril 1850. Pag. 240 u. f.)

Nebst Taf. XXXI.

Die Construktion der Mahlmühlen hat seit einigen Jahren sehr wesentliche Verbesserungen erlangt, nicht allein in Beziehung auf die Haupttriebkraft, sondern auch in Beziehung auf die Bewegungsmittheilung, auf den Mechanismus und alle Apparate überhaupt. Bereit S. 177 u. f. dieses Bandes von dem Ingenieur wurde mit Hülfe der

Tafeln IX und X eine Mühle nach amerikanischem System beschrieben und zur Ergänzung jener Beschreibung mag das Vorliegende dienen.

Die englisch-amerikanischen Mühlen unterscheiden sich von den französischen hauptsächlich dadurch, daß die Mühlsteine weit kleiner und mit einem strahligen sehr engen Hauschlag versehen sind, auch eine weit größere Umlaufsgeschwindigkeit haben. Mühlsteine von 2 Meter Durchmesser drehen sich gewöhnlich 55 bis 60 Mal in der Minute, während eine englisch-amerikanische Mühle, deren Steine Durchmesser von 1,45 bis 1,30 Meter haben, in der Minute 110 bis 120 Umdrehungen macht.

Gewöhnlich wird die Bewegung durch Räderwerke mitgetheilt, welches jedoch den nicht unwesentlichen Nachtheil haben, daß viel Räder erforderlich sind, die eine bedeutende Reibung veranlassen. Man hat daher neuerlich die Construction der Mühlen dahin verbessert, daß man statt des liegenden Zahnrades an der Winkelradwelle und statt der Getriebe an den Spindeln der Mühlsteine, Riemenscheiben anbrachte, um die Bewegung von der stehenden Welle auf die Läuferspindeln durch Laufriemen mitzutheilen. Eine solche Einrichtung gewährt den Vortheil einer sanftern Bewegung und daß ein Gang nach Belieben außer Betrieb gesetzt werden kann, ohne die Triebmaschine zum Stillstand zu bringen, und ohne die übrigen Gänge auch außer Betrieb zu setzen, welches, wenn viele Gänge von einer Triebmaschine in Bewegung gesetzt werden, sehr wesentlich ist.

Schon bei der auf S. 175 u. f. dieses Bandes mitgetheilten Beschreibung einer Mühle, wurden mehrere Beispiele von Bewegungsmittheilungen mittelst Laufriemen gegeben. Zu Corbeil bei Paris ist eine Mühle mit Laufriemen in Betriebe, die ganz außerordentlich gute Resultate gegeben haben. Sie hat 10 Gänge die in 2 parallelen Reihen angebracht sind; jede Reihe wird durch eine Fourneyron'sche Turbine in Betrieb gesetzt.

Die vorliegende Mühle aus der Maschinenbauanstalt von Calla, die für Odessa bestimmt ist, hat eine Dampfmaschine von 50 Pferdekräften zum Motor; sie besteht aus 12 Gängen in 2 Reihen und jeder Mühlstein hat 1,45 Meter im Durchmesser.

Die Fig. 1 der Taf. XXXI. ist ein Längenaufriß der Mühle.

Fig. 2 ist ein Grundriß derselben.

Fig. 3 ist ein Aufriß zweier Gänge.

Fig. 4 zeigt einem Durchschnitt von einen Gange nach einem größern Maßstabe.

Fig. 5 ist ein senkrechter Durchschnitt der Lagerpfanne und Büchse mit dem Spindelzapfen eines Läufers, nebst dem Apparate zur Stellung der Spindel.

Gleiche Buchstaben bezeichnen auf allen Figuren gleiche Gegenstände.

A Steinernes Fundament, welches die Gänge trägt.

B Sohlplatten, auf denen Säulen und die Lagerkasten der Läuferspindeln angebracht sind.

C Gußeiserne Büchsen oder Tröge mit den Schrauben a, a, um den Lieger zu centriren und zu nivelliren. In der Mitte sind die Büchsen D angebracht, durch welche die Spindel der Läufer geht.

E Querriegel, welcher die Lagerbüchsen verbindet.

F Liegende Welle von Schmiedeeisen, welche die Bewegung der Dampfmaschine aufnimmt und sie den Winkelrädern G und H an den beiden stehenden Wellen I mittheilt. An jeder dieser stehenden Wellen sind große Riemscheiben J angebracht, über welche die Laufriemen K gehen und die Bewegung mittelst der Riemenscheiben L den Spindeln der verschiedenen Läufer mittheilen. Die stehenden Wellen I reichen durch die ganze Höhe des Gebäudes, um auch die übrigen Apparate der Mühle, als Sackzug, horizontale und senkrechte Fortleiter, Siebwerke, Beutelwerke, Rechen, Elevatoren ohne Ende u. s. w. in Betrieb zu setzen.

L Riemenscheiben an den Spindeln der Läufer, durch welche diese umgetrieben werden.

M Spindeln mit Stahlzapfen an beiden Enden.

N Spannrollen, welche sich um eine Achse drehen, die von dem beweglichen Rahmen O gehalten wird; sie dient dazu, die Laufriemen für jeden Mühlstein in die gehörige Spannung zu bringen. Zu diesem Ende hat man an der Console einen Hebel b angebracht, mit dessen Ende eine Schnur verbunden ist, die über Rollen mit Rändern läuft, welche von dem Rahm c gehalten werden und mit einem Gewicht d belastet sind.

Durch diese Einrichtung wird die Bewegung der Riemenscheiben J den Riemenscheiben L mitgetheilt; sowie man aber das Gewicht hebt, und sobald die Hebel b frei werden, treten die Spannrollen zurück und folglich werden die Laufriemen schwach und können die Läufer nicht mehr in Bewegung setzen.

Die beweglichen Rahmen O können verschiedene Stellungen annehmen, indem sie sich um eine feststehende Achse drehen, und die Spannrollen drehen sich ebenfalls um ihre Achsen in den Rahmen.

Damit die Laufriemen nicht hinab fallen, wenn sie los gespannt sind, hat man in gewissen Entfernungen von einander eiserne Bolzen e an senkrechten eisernen Stangen f angebracht; die an der Decke befestigt sind.

P Muffen der Mühlhauen, die am Ende der Spindel befestigt sind, um die drehende Bewegung dem Läufer mitzutheilen.

Q Mühlhaue, die in dem Läufer befestigt ist, und in den Muff P eintritt.

R der liegende Mühlstein oder Lieger.

S der sich drehende Mühlstein oder Läufer.

T Mechanismus zur Regulirung des Mahlens, oder des Abstandes zwischen Lieger und Läufer. Derselbe besteht aus folgenden Theilen:

Jede Spindel M ist am untern Ende mit einem stählernen Zapfen g Fig. 5 versehen, der auf einer stählernen Spurplatte sich dreht, die auf den Boden einer broncenen Büchse h angebracht ist; diese Büchse oder dieses Futter ist von dem Lagerkasten i umschlossen. Seitendruckschrauben kk, die durch die Seitenwände des Lagerkastens gehen, treten gegen die Büchse und veranlassen eine Centrirung der Spindel. Dieselbe kann aber auch höher oder niedriger gestellt werden, und es kann sich folglich der Läufer dem Lieger mehr nähern oder sich mehr von demselben entfernen, welches auf folgende Weise bewerkstelligt wird.

Die Schraube l geht durch eine Mutter m, welche mit dem Winkelrade n fest verbunden ist, und in welches ein zweites Winkelrad o greift. Auf der Welle des letztern ist ein kleines Schwungrad p angebracht, welches man

mit der Hand nach rechts oder links drehen kann. Da nun die Schraube l sich nicht drehen kann, so wird sie durch die Drehung der Mutter m gehoben oder gesenkt. Mit ihr macht die Büchse oder das Futter h dieselbe Bewegung, und stellt daher den Läufer höher oder niedriger, je nachdem man das kleine Schwungrad p rechts oder links dreht.

Man ist daher im Stande, die Mühlsteine nach jeder beliebigen Art des Mahlens auf das Genaueste stellen zu können.

Um die Spindel in einer senkrechten Stellung zu erhalten, wirkt man auf eine Stange g, Fig. 4, die mit einem Keil versehen ist, welcher gegen eine Verstärkung des Muffes r, der die Spindel M umgiebt, vorgeschoben wird.

U Träger zur Aufnahme des Bodens, welcher die Mühlsteine umgiebt.

V Gußeiserne Säulen welche den Boden X tragen.

Y Mäntel um den Mühlsteinen.

Z Züge, welche mit dem Mühlrumpf in Verbindung stehen, um die Menge des aufzuschüttenden Getreides reguliren zu können.

Oberflächencondensator

von

Siemens, Civilingenieur in Birmingham.

Der Genannte hat einen Condensator für Dampfmaschinen erfunden, bei welchem die Abkühlung an der Oberfläche die Wassereinspritzung bei den gewöhnlichen Condensatoren ersetzt. Der neue Condensator beruht auf dem Princive, daß in zwei Gefäßen von gleicher Gestalt und aus einem die Wärme gut leitenden Metalle, jedoch von verschiedener Wandstärke, vielleicht das eine $^1/_{16}$, das andere 1 Zoll stark, Wasser in beiden gleich schnell siedet; ein Beweis, daß die Transmission der Hitze durch die Metallwände schneller vor sich geht, als die Absorption derselben durch das Wasser. Bei dem Siemens'schen Condensator sind 20 Quadratfuß Abkühlungsfläche pro Pferdekraft gerechnet. Er besteht aus einem Gußeisenkasten von hinreichender Größe, einer Luft- und Warmwasserpumpe, einer Warmwassercisterne, eine Kaltwassercisterne unter, und einer solchen über dem Condensatorkasten. Innerhalb des letztern sind einer hinreichende Zahl von $^3/_{16}$ Zoll starken Kupferplatten, deren Länge gleich der Tiefe des Kastens ist, so aufgestellt, daß alternirend zwischen dem einen Ende einer Platte und der Kastenwand eine Oeffnung bleibt, so daß dadurch ein Zickzackcanal gebildet wird, durch welchen ein Strom kalten Wassers circulirt. Zwischen je 2 Platten sind 2 Stücke platt gedrückten Kupferdrahtes angebracht, um sie in gehörigem Abstande zu erhalten; das Ganze aber wird durch Preßschrauben an der Außenseite, um die Canäle wasserdicht zu machen, so stark zusammengezogen, daß sich die Drähte in die Blechtafeln eindrücken. Der gebrauchte Dampf tritt aus dem Cylinder in den Condensatorkasten und wird durch die hervorragenden Ränder der Kupferplatten condensirt und die Wärme von dem kalten Wasser absorbirt. Das condensirte Wasser sammelt sich am Boden des Condensatorkastens und wird durch die Pumpe ununterbrochen nach der Warmwassercisterne geschafft, um sodann abermals benutzt zu werden.

Siemens bemerkt, daß ein nach seinem Systeme von ihm für eine achtpferdekräftige Dampfmaschine gebauter Condensator seinen Erwartungen vollständig entsprochen habe.

(Polytechn. Centralbl. 1849. Bd. XII. S. 713.)

Literatur.

Die Mechanik der Zwischen- und Arbeitsmaschinen ohne Anwendung des höhern Calculs für den Unterricht an technischen Lehranstalten, sowie zum Gebrauche für Techniker. Bearbeitet v. Julius Weisbach. Prof. an der königl. sächsischen Bergacademie zu Freiberg. Mit gegen 300 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Braunschweig Druck und Verlag von Vieweg und Sohn. 1849.

Das vorliegende Heft bildet auch den 3. Theil des schon seit mehreren Jahren erschienenen und mit dem größten Beifall aufgenommenen „Lehrbuchs der Ingenieur- und Maschinenmechanik" und es liegen uns die 1. und 2. Lieferung oder die 13. und 14. des ganzen Werkes vor, welche 192 Seiten 8 nebst 238 dem Texte eingedruckten Holzschnitten umfassen. Das erste Capitel handelt von den fortpflanzenden Maschinentheilen. Dahin gehören Wellen und Zapfen, Kuppelungen, das Universalgelenk, Zapfenlager, Stangen, (Kolbenstangen und Kunstgestänge), die biegsamen Fortpflanzungsmittel (Ketten-, Hanf- und Drahtseile), Leitrollen. — Das 2. Cap. ist den Räderwerken, oder den Hülfsmitteln zur stetigen Kreisbewegung gewidmet: — Riemenräder, Schnur- und Kettenräder, Zahnräder. Dieser Theil des Capitels ist ganz besonders tüchtig bearbeitet und enthält manches Neue. Das dritte Capitel, das letzte in den vorliegenden Heften, handelt von den Excentriks und den Krummzapfen, als den einfachsten Hülfsmitteln zur Verwandlung der Kreisbewegung in eine geradlinigte und umgekehrt. — Wir hoffen, die folgenden Hefte, 3—6 recht bald anzeigen zu können und empfehlen das Werk, welches auch ein für sich bestehendes Ganzes bildet, unsern Lesern auf das Angelegentlichste.

Handbuch der Dampfmaschinenbaukunst. Enthaltend eine vollständige technische Untersuchung über die Materialien, die Zusammensetzung, Ausführung und Veranschlagung aller Arten und aller bekannten Systeme, der kleinsten und der größten Dampfmaschinen. Von den französischen Ingenieuren E. M. Bataille und C. E. Jullien. I. Theil: VIII und 200 Seiten 8. nebst 16 Tafeln Abbildungen. II. Theil: VIII und 208 Seiten nebst 23 Tafeln. III. Theil: VIII und 352 Seiten mit 9 Tafeln. Quedlinburg und Leipzig. Druck und Verlag von Gottfried Basse, 1847, 1848 und 1850. Zusammen 4½ Thaler.

Das Original zu dem vorliegenden Werk ist bereits in dem 2. Hefte dieses Bandes, S. 109—126 von den damaligen Redacteuren der vorliegenden Zeitschrift, weitläufig angezeigt, und seine Trefflichkeit und Brauchbarkeit hervorgehoben. Auch die vorliegende Uebersetzung wurde erwähnt. Von derselben war aber erst ein Bändchen erschienen, da erst im Jahre 1849 das Original vollendet wurde. Jetzt liegt auch die Uebersetzung, die den jetzigen Redacteur dieser Blätter zum Verfasser hat, vollendet vor. Der Uebersetzer konnte im Allgemeinen nichts weiter thun, als dem Original möglichst genau folgen, und wenn hin und wieder ein Fehler vorgekommen ist, so möge der Leser dies damit entschuldigen, daß er die Bogen vor ihrem Abdruck nicht revidiren konnte, ja daß er nicht einmal im Stande war ein Druckfehlerverzeichniß beizufügen. Jedoch sind dies im Allgemeinen unbedeutende Dinge und der sachvertraute Leser wird daran keinen Anstoß nehmen. Auch für die, die der französischen Sprache vollkommen mächtig sind, und einer Uebersetzung nicht bedürfen, hat dieselbe einen wesentlichen Vorzug, nämlich den der Wohlfeilheit. Wie schon im 2. Hefte dieses Bandes von dem Ingenieur bemerkt wurde, bildet das vorliegende Buch eine Uebersetzung von dem 2. Theile eines großen französischen Werkes über Dampfmaschinen, Der 1. Theil ist eine Bearbeitung des „Treatise on the Steam Engine in its application to Mines, Mills, Steam Navigation, and Railways. By the Artizan Club. Edited by John Bourne." Dieses englische Original erlebte im Januar 1849 bereits die 3. Auflage. Beide Theile des französischen Werks, von denen der 2. wie schon bemerkt eine Originalarbeit ist, werden nicht von einander getrennt und kosten zusammen beinahe 20 Thaler. Das technische Publikum muß es daher dem Herrn Verleger Dank wissen, daß er eine Uebersetzung dieses 2. Theiles veranlaßte und sie zu einem so billigen Preise herausgegeben hat.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereines. Redigirt von Amédée Demarteau. Erster Jahrgang. Mit 16 Zeichnungs-Beilagen und vielen in den Text eigedruckten Holzschnitten. Wien, 1849. In Commission der Seidelschen Buchhandlung. — Zweiter Jahrg. 1850. Von diesem, bei welchen sich als zweiter Redacteur Herr Georg Winiwaerter nennt, liegen der Redaction 10 Nr. vor.

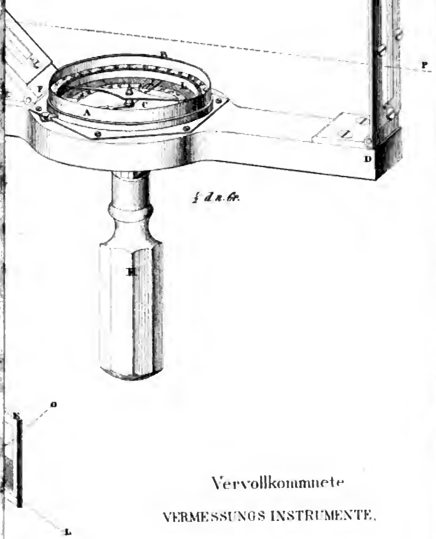
Diese neue technische Zeitschrift zeichnet sich durch gediegene Original-Aufsätze aus, von denen wir folgende nahmhaft machen und darauf verweisen: Imprägnirung der Hölzer durch Metallsalze. — Der paraboloidische Centrifugal-Regulator zur Geschwindigkeits-Regulirung der Dampfmaschinen und hydraulischen Motoren. — Ueber Elektricität und elektrische Telegraphie. — Beiträge zur Kenntniß und Beurtheilung der vier-, zwei-, sechs- und achträdrigen Eisenbahnwagen. — Entwurf für Organisirung technischer Anstalten in Oesterreich. — Verzeichniß der 1848 in Deutschland erschienenen technischen Werke. — Die atmosphärischen Eisenbahnen. — Die Landenge von Suez und ihre Canalisirung. — Anwendung der electrischen Telegraphie für den Eisenbahndienst 2c. — Die österreichischen Eisenbahnen. Mit besonderer Betrachtung der Westbahn-Richtung. — Ueber den Widerstand der Zapfenreibung vom Oberbaurath v. Pauli. — Eisenbahn über den Semmering. — Die Schienen der österreichischen Eisenbahnen. — Die Wirksamkeit des österreichischen Ingenieur-Vereins im Jahre 1849. — Ueber Luft-, Dampf- und Wasserheizapparate für Wohnungen und ähnliche Zwecke. — Darstellungs- und Berechnungsart der Erdabgrabung und Aufdämmung bei Straßenbauten. — Ueber Eisenbahnoberbau und seinen Einfluß auf die Schwankungen der Eisenbahnzüge. — Neues Planimeter. — Entgleisung der Locomotiven.

D. H. Mahan's, Professor der Militair und Civilbaukunst an der Militair-Akademie der Vereinigten Staaten, Lehrbuch der Wissenschaft und Kunst des Civil-Ingenieurs, besonders des Straßen- und Brückenbaues. Für polytechnische Schulen-, Ingenieur-, Bau- und Berg-Akademien und den Selbstunterricht frei bearbeitet von Dr. Fr. Schubert, Ingenieur. Mit 176 Holzschnitten im Text. Stuttgart, Müllers Verlagshandlung, 1850. XII. und 264 Seiten gr. 8. 1½ Thlr.

Das vorliegende Werk ist nach der dritten Auflage des amerikanischen Originals recht gut bearbeitet und Denen zu empfehlen, welche einen zwar richtigen aber oberflächlichen Begriff von den Baumaterialien, von den Mauer- und Zimmerarbeiten, von Brücken, Straßen, Eisenbahnen, Kanälen und den allgemeinsten Wasserbauten zu erlangen suchen. Eben so zweckmäßig ist das Buch als Leitfaden zu Vorlesungen über die genannten Gegenstände.

Druck von Ed. Heynemann in Halle.

Fig. 3



Vervollkommnete

VERMESSUNGS INSTRUMENTE.

von

Prof: Weisbach.

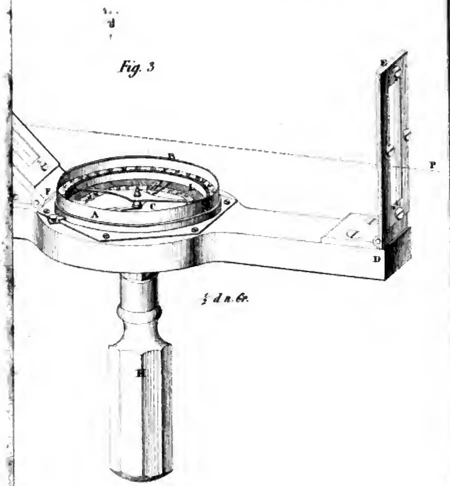
r Dresden.

D. H. Mahan's, Professor der Militair und- Civilbaukunst an der Militair-Akademie der Vereinigten Staaten, Lehrbuch der Wissenschaft und Kunst des Civil-Ingenieurs, besonders des Straßen- und Brückenbaues. Für polytechnische Schulen-, Ingenieur-, Bau- und Berg-Akademien und den Selbstunterricht frei bearbeitet von Dr. Fr. Schubert, Ingenieur. Mit 176 Holzschnitten im Text. Stuttgart, Müllers Verlagshandlung, 1850. XII. und 264 Seiten gr. 8. 1½ Thlr.

Das vorliegende Werk ist nach der dritten Auflage des amerikanischen Originals recht gut bearbeitet und Denen zu empfehlen, welche einen zwar richtigen aber oberflächlichen Begriff von den Baumaterialien, von den Mauer- und Zimmerarbeiten, von Brücken, Straßen, Eisenbahnen, Kanälen und den allgemeinsten Wasserbauten zu erlangen suchen. Eben so zweckmäßig ist das Buch als Leitfaden zu Vorlesungen über die genannten Gegenstände.

Druck von Ed. Heynemann in Halle.

Fig. 3





Vervollkommnete

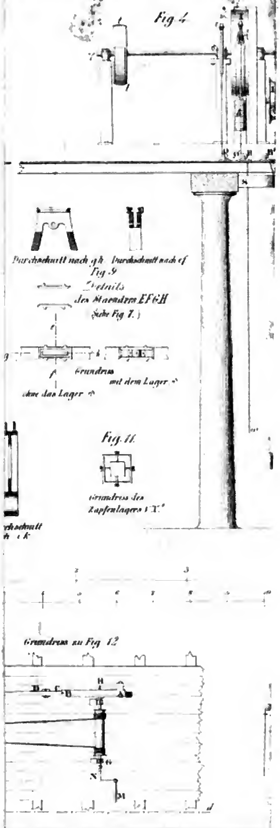
VERMESSUNGS INSTRUMENTE.

von

Prof: Weisbach.

r Dresden.

…ahn im Bahnhofe zu Liverpool



…eichn. v. F. A. Renner Dresden.

Fig.

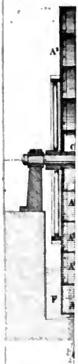


Fig. 4



Fig.

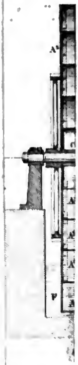
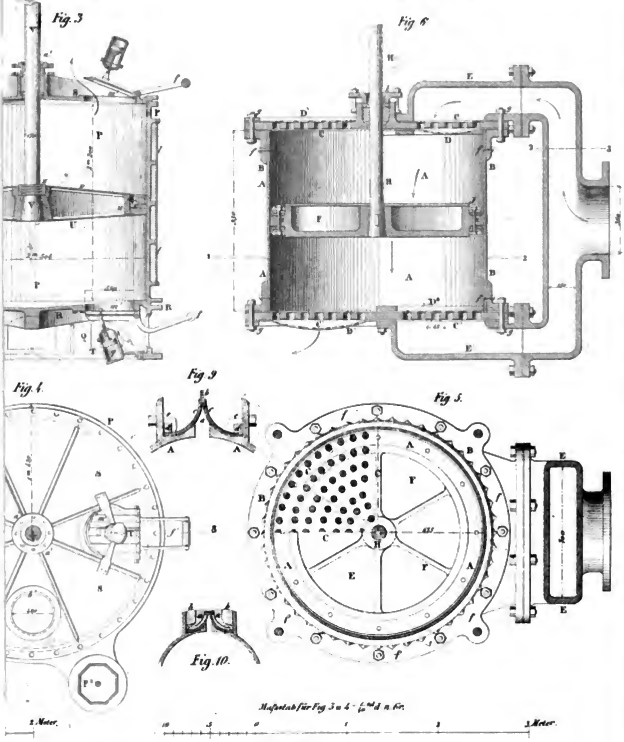


Fig. 4

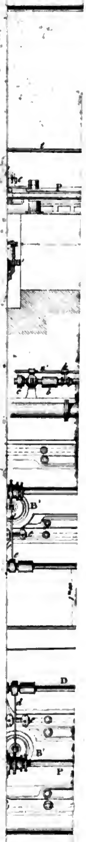


uftpumpe zu Nanterre.

Luftpumpe zu St. Ouen.

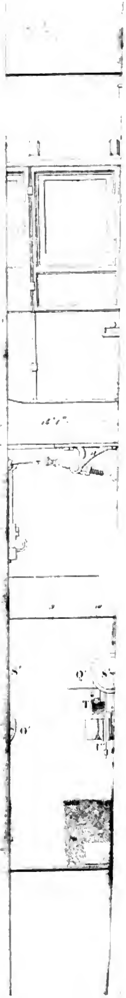


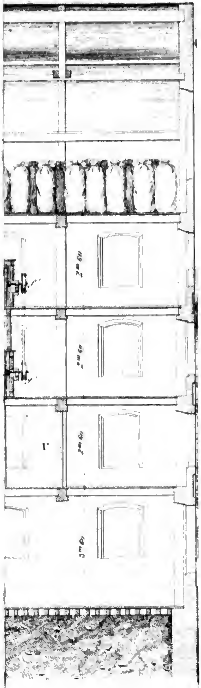
F A Renner in Dresden


P
B'
D
B'
P


P'
P'


P
P'



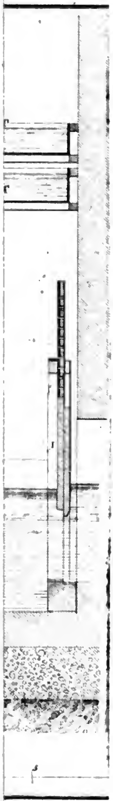


.Meter

F A Renner



F.A.Renner in Dresd

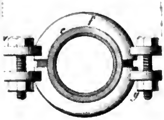


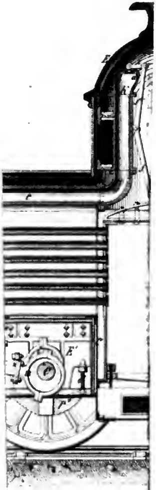
Lith u Dr v F A

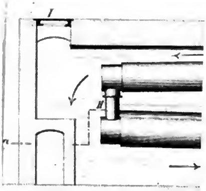


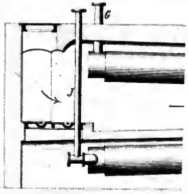


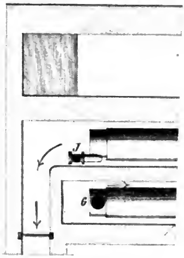
7






I
H


G
J


J
G

ig.5.



ig.11.



Fig



Fig. 1.

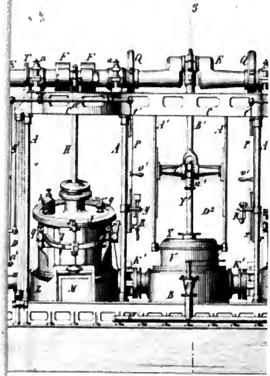


Fig. 10.

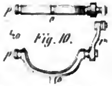


Fig. 2.

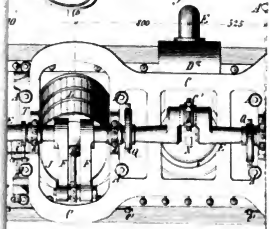
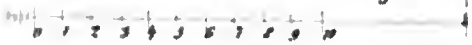


Fig.

Maasstab von 1/25 für Fig. 1 bis 4



Taf. XXVIII.

Für die Fig. 4 u. 5.

0 1 2 3 Decim.

Für die Fig. 6 8.

1 2 3 Meter

Fig. 5.



Fig. 7.

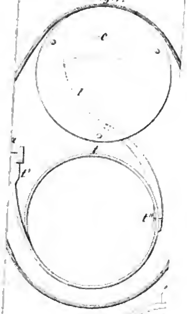
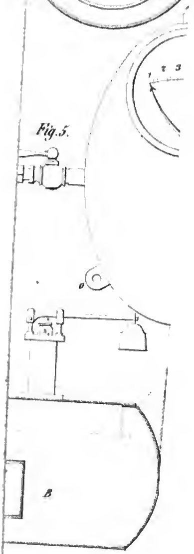
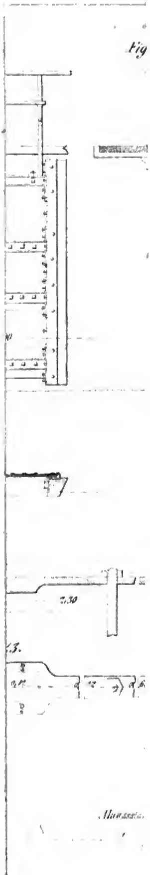


Fig. 5.




Fig
7.30

ig. 1.

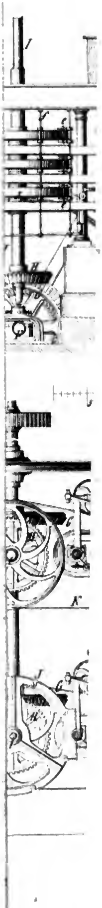


Fig. 1.

